ББК 32.884.19
В80

Составитель Б. Г. Успенский
Рецензенты: В. В. Борисов, А. Д. Шуб

В помощь радиолюбителю: Сборник. Вып. 101/
В80 Сост. Б. Г. Успенский.— М.: ДОСААФ, 1988.— 95 с., ил.

35 к.

Приведены описания конструкций, принципиальные схемы и методика расчета некоторых их узлов. Учтены интересы начинающих и квалифицированных радиолюбителей.
Для широкого круга радиолюбителей.

$В\frac{2402020000-023}{072(02)-88}14-88$

ББК 32.884.19
6Ф2.9

ДЛЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

ЦИФРОВОЙ ТЕРМОМЕТР С АВТОМАТИЧЕСКИМ КОНТРОЛЕМ ТЕМПЕРАТУРЫ

Н. Дорундяк

Цифровой термометр предназначен для измерения температуры газообразных, сыпучих и жидких сред, автоматического контроля за величиной температуры и формирования информационных сигналов («Максимум», «Норма», «Минимум» — температуры) относительно установленных с панели прибора ее максимального и минимального значений для контролируемой среды. Прибор позволяет измерять температуру в диапазоне 0...60 °С с разрешающей способностью 0,1 °С; погрешность измерений при этом не превышает ±0,2 °С. Длительность измерения температуры — 1 с; время индикации — непрерывно; период обновления информации на индикаторах о значении температуры — 2 с. Диапазон контролируемых значений 0... +49 °С. Установка допусков температуры для контролируемой среды производится переключателями с передней панели прибора. Дискретность установки — 1°С. Максимальная ширина полос контроля температуры — по 5 °С.

В зависимости от величины температуры прибор формирует следующие информационные сигналы:

температура в допуске, формируются световой и потенциальный сигналы «Норма»;

температура больше (меньше) допуска, формируются звуковой, световой и потенциальный сигналы «Максимум» («Минимум»).

Потенциальные сигналы в виде постоянных напряжений +5 В подаются на выходной разъем прибора. Их можно использовать для управления устройствами изменения температуры среды — вентиляционными и холодильными установками, калориферами, кондиционерами и т. д.

Прибор питается от сети напряжением 220 В частоты 50 Гц. Потребляемая мощность не превышает 15 ВА. Размеры корпуса прибора — 280×170×125 мм. Масса — 2900 г.

Внешний вид готового образца показан на рис. 1. Длина кабеля, соединяющего датчик температуры с прибором,— 5 м.

Для изготовления цифрового термометра использовались широко распространенные детали. Он обеспечивает сравнительно большую точность и быстроту замеров, прост в настройке и эксплуатации. Датчик температуры можно установить практически в любом месте контролируемого участка. Перед измерениями необходимо подготовить блок программирования к эксплуатации. Процесс подготовки заключается в установке перемычек на специальной плате в зависимости от допустимой температуры для контролируемой среды.

Структурная схема цифрового термометра, приведенная на рис. 2, включает основные блоки прибора:

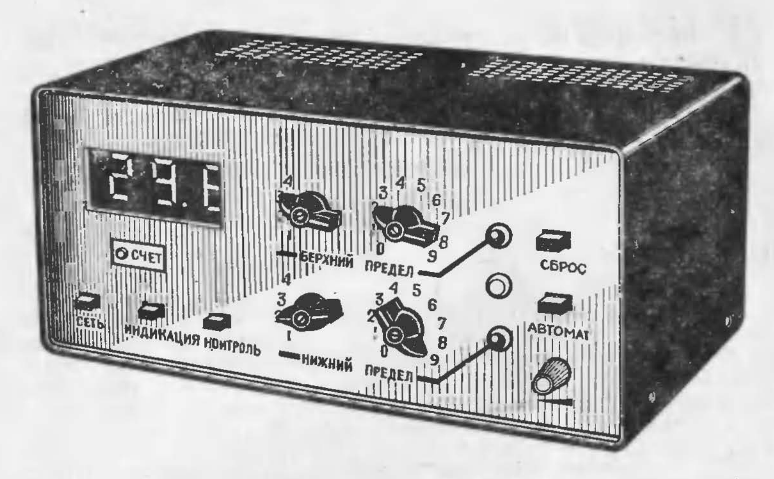


Рис. 1. Цифровой термометр с автоматическим контролем температуры

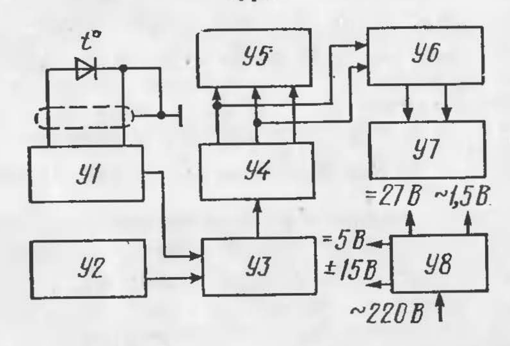


Рис. 2. Структурная схема цифрового термометра

У1. Преобразователь температуры в частоту.

У2. Блок образцовой частоты. Состоит из кварцевого генератора и пяти декадных делителей.

У3. Блок управления прибора. Включает устройство формирования временного интервала для подсчета частоты и дифференцирующую цепь формирования импульса переписи кода температуры со счетных декад в память.

У4. Блок счетных декад с памятью и двоично-десятичными дешифраторами. Память предназначена для исключения мерцания цифр на индикаторах в процессе подсчета и устойчивой работы схемы контроля.

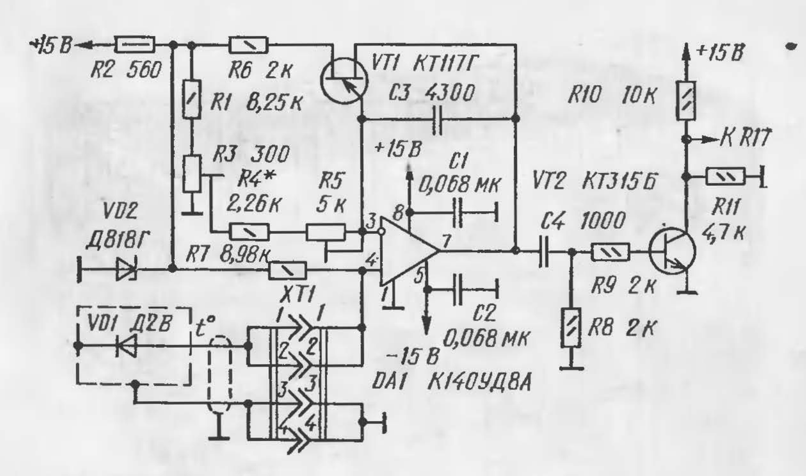


Рис. 3. Принципиальная электрическая схема преобразователя «температура — частота»

У5. Блок индикации температуры. Состоит из диодных дешифраторов и вакуумных люминесцентных индикаторов.

У6. Программный блок. Дает возможность устанавливать пределы контроля температуры среды и формирует исходную информацию о значении температуры для блока У7.

У7. Блок формирования информационных сигналов. Вырабатывает световой, потенциальный и звуковой сигналы «Максимум», «Норма», «Минимум» о температуре контролируемой среды.

У8. Блок питания. Обеспечивает прибор необходимыми напряжениями питания.

В работе прибора можно выделить две основные функции.

1. Измерение температуры среды. Основано на принципе преобразования температура — напряжение — частота [2] с последующим измерением частоты при помощи специализированного частотомера. Указанную функцию выполняют блоки У1—У5.

2. Контроль температуры. Основан на совпадении цифрового кода температуры среды и заранее установленных кодов минимального или максимального значений температуры для контролируемой среды. При совпадении кодов (понижение или повышение температуры

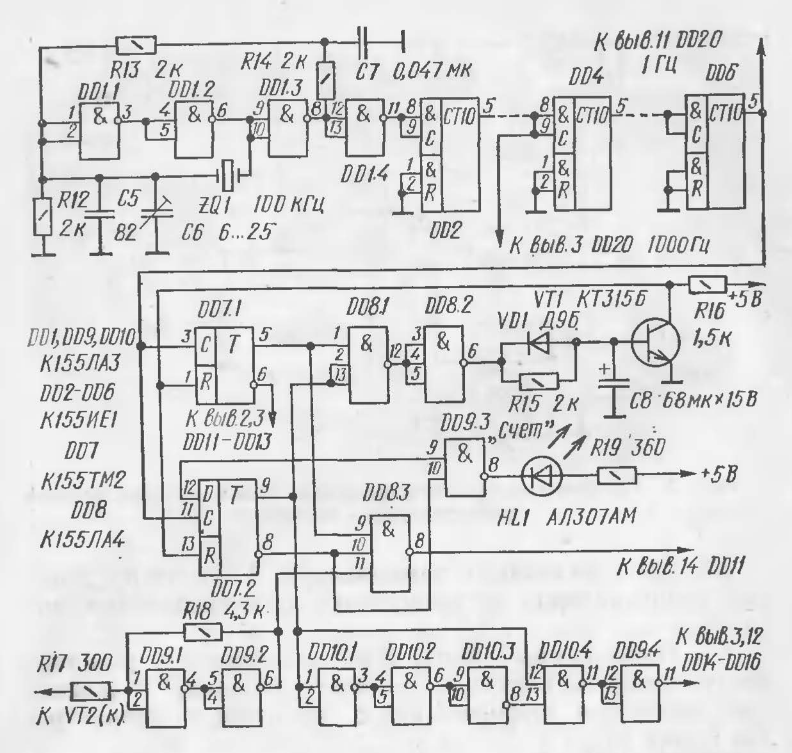


Рис. 4. Схема блоков образцовой частоты и управления счетными декадами прибора

относительно допуска) устройствами контроля У6, У7 вырабатываются информационные сигналы, назначение которых рассмотрено выше.

Работа измерителя температуры. В преобразователе температура — частота по схеме рис. 3 датчиком температуры служит диод VD1 типа Д2В. Операционный усилитель DA1 совместно с конденсатором C3 выполняет функцию интегратора [2]. Разряд конденсатора осуществляется через однопереходный транзистор VT1. Прецизионный стабилитрон VD2 формирует опорное напряжение, которое определяет порог открывания однопереходного транзистора VT1, обеспечивает постоянный уровень напряжения на инвертирующем входе ОУ и задает стабильный ток, протекающий через датчик температуры. Входное напряжение ОУ интегрируется до момента

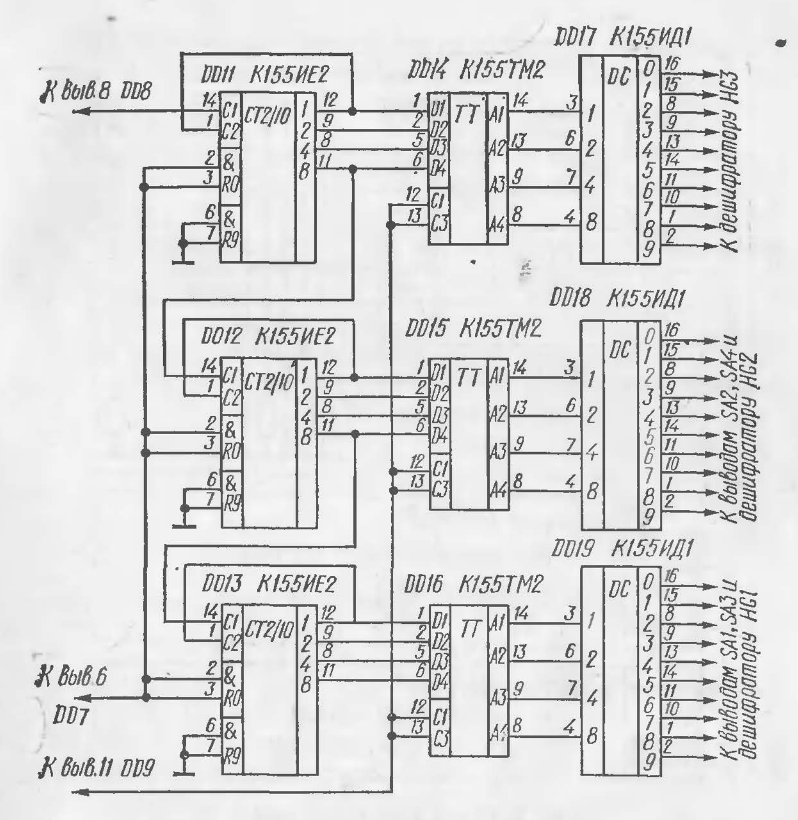


Рис. 5. Схема счетных декад

открывания транзистора VT1. Периодичность этого процесса зависит от температуры, поскольку от нее изменяется падение напряжения на диоде VD1 и соответственно на неинвертирующем входе интегратора. При настроенном преобразователе приращение температуры датчика на 1 °С вызывает увеличение выходной частоты преобразователя на 10 Гц.

Транзистор VT2 выполняет функцию согласования уровней выходных импульсов преобразователя и ТТЛ-микросхем. Длительность импульсов на его коллекторе около 6 мкс и зависит от емкости дифференцирующего конденсатора C4.

Схемы блоков образцовой частоты и управления счетными декадами прибора показаны на рис. 4. Задаю-

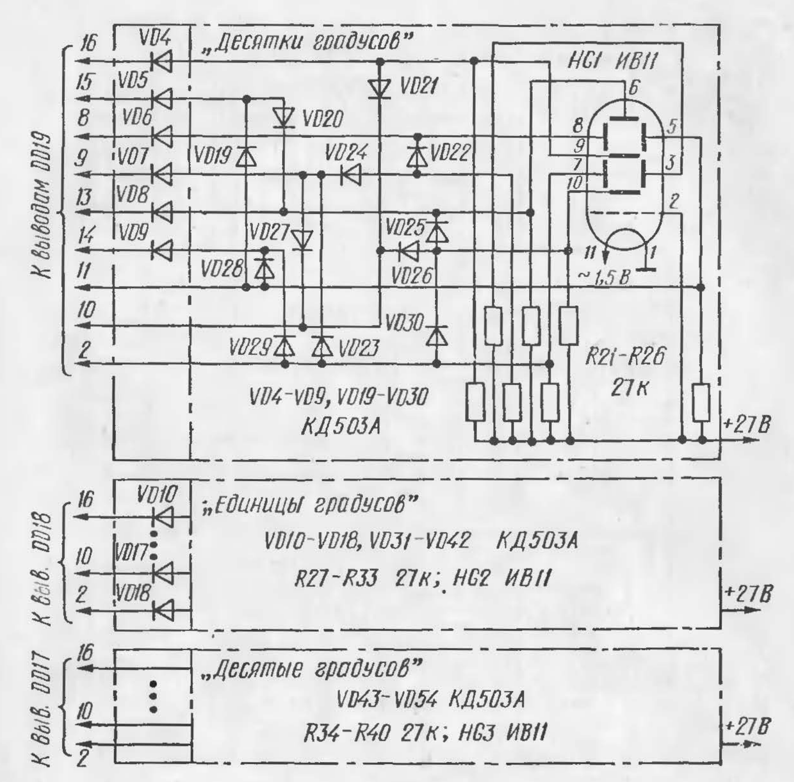


Рис. 6. Схема узла индикации

щий генератор выполнен на элементах DD1.1—DD1.4 и кварцевом резонаторе Z1. Конденсатор C6 предназначен для точной настройки частоты генератора. Элементы DD2—DD6 образуют делитель частоты. Выходные импульсы делителя с периодом 1 с задают режим работы блока управления. За основу блока управления взят временной селектор (элементы DD7, DD8, VT1), описанный в [5].

Триггер Шмитта DD9.1, DD9.2 формирует прямоугольные импульсы с крутыми фронтами, что необходимо для устойчивой работы счетчиков DD11—DD13. Светодиод HL1 «Счет» выведен на переднюю панель прибора и предназначен для индикации времени счета частоты преобразователя. Элементы DD10.1—DD10.4 вырабатывают короткий импульс, который через инвертор

DD9.4 производит запись содержимого счетчиков DD11—DD13 в промежуточную память DD14—DD16 (рис. 5).

Десятичный код температуры с выходов дешифраторов DD17—DD19 используется в устройстве контроля температуры и для индикации ее величины. Преобразователи десятичного кода в код для семисегментных индикаторов выполнены на диодах VD19—VD54 (рис. 6). Для развязки по постоянному току между преобразователями кода и программным блоком устройства контроля включены диоды VD4—VD18.

В индикаторе HG2, индицирующем значение единиц градусов температуры, желательно подсвечивать точку, символизирующую запятую между целыми и десятыми

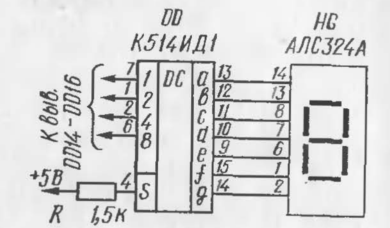


Рис. 7. Схема подключения дешифратора

значениями градусов. Для этого выводы 2 и 4 индикатора HG2 необходимо соединить вместе.

В целях компактности и простоты изготовления вместо диодных дешифраторов можно применить дешифраторы К514ИД1 с индикаторами АЛС324А. Схема их подключения приведена на рис. 7. При этом диоды VD4—VD18, а также обмотки V, VI сетевого трансформатора T1 не нужны.

Работа устройства контроля температуры. Принципиальная схема устройства показана на рис. 8. В его состав входит программный блок и блок формирования информационных сигналов.

Программный блок установки максимального допуска температуры контролируемой среды состоит из диодов VD55—VD66, переключателей SA1, SA2 и транзистора VT4, которые образуют (при наличии перемычек X2—X6) схему 2ИЛИ—5 ИЛИ—2И—НЕ. При совпадении кодов на выходе дешифраторов DD18, DD19 и набранного переключателями SA1, SA2 на коллекторе VT4 появляется сигнал превышения допуска, имеющий уровень логической 1. Аналогично работает программ-

ный блок (элементы SA3, SA4, VD67—VD78, VT5) для минимального допуска температуры.

В формировании информационных сигналов участвуют элементы: DD20, DD21 — выработка звукового сигнала; DD22.1, DD22.2 — запоминание сигналов отклонения от допусков температуры; VT7—VT9 — транзисторные ключи светового и потенциального сигналов.

В случае увеличения температуры сигнал превышения допуска через инвертор DD23.1 переводит триггер DD22.1 в единичное состояние. Если переключатель В2 «Автомат» в исходном положении, то нулевым уровнем с выхода 6 триггера DD22.1 открывается ключ VT7, загорается лампочка HL2 «Максимум» и на выводе 1 разъема XS1 устанавливается потенциал +5В (до того был ноль). Этот же нулевой уровень поступает на элементы DD21.2 и DD23.3, формируя на их выходах логическую 1, которая разрешает прохождение сигнала частотой 500 Гц на базу транзистора VT6 и соответственно на динамическую головку BA1, а также закрывает ключ VT8, при этом лампочка HL3 «Норма» гаснет. Потенциометром R52, выведенным на переднюю панель прибора, регулируется громкость звукового сигнала. Выдача информационных сигналов будет продолжаться и после снятия сигнала превышения допуска (температура среды уменьшилась) до тех пор, пока кнопкой SB1 «Сброс» триггер DD22.1 не будет возвращен в нулевое состояние.

Когда переключатель SB2 «Автомат» нажат, длительность подачи информационных сигналов будет определяться нулевым уровнем на выходе DD23.1 и соответственно совпадением кодов температуры на выходах дешифраторов DD19, DD18 и установленного переключателями SA1, SA2.

При наличии перемычек X2—X5, X7—X10 схема совпадения для единиц градусов температуры блока программирования образует элемент 5ИЛИ, для десятков градусов с перемычками X1, X6 — элемент 2ИЛИ. Следовательно, сигнал превышения максимального допуска температуры, установленного переключателями SA1, SA2 по принципиальной схеме на рис. 8, будет выдаваться при +22...+26 °С, минимального, установленного переключателями SA3, SA4, — +17,9...+13 °С.

Конструкция программного блока с использованием многопозиционных переключателей SA1—SA4 на 2 и

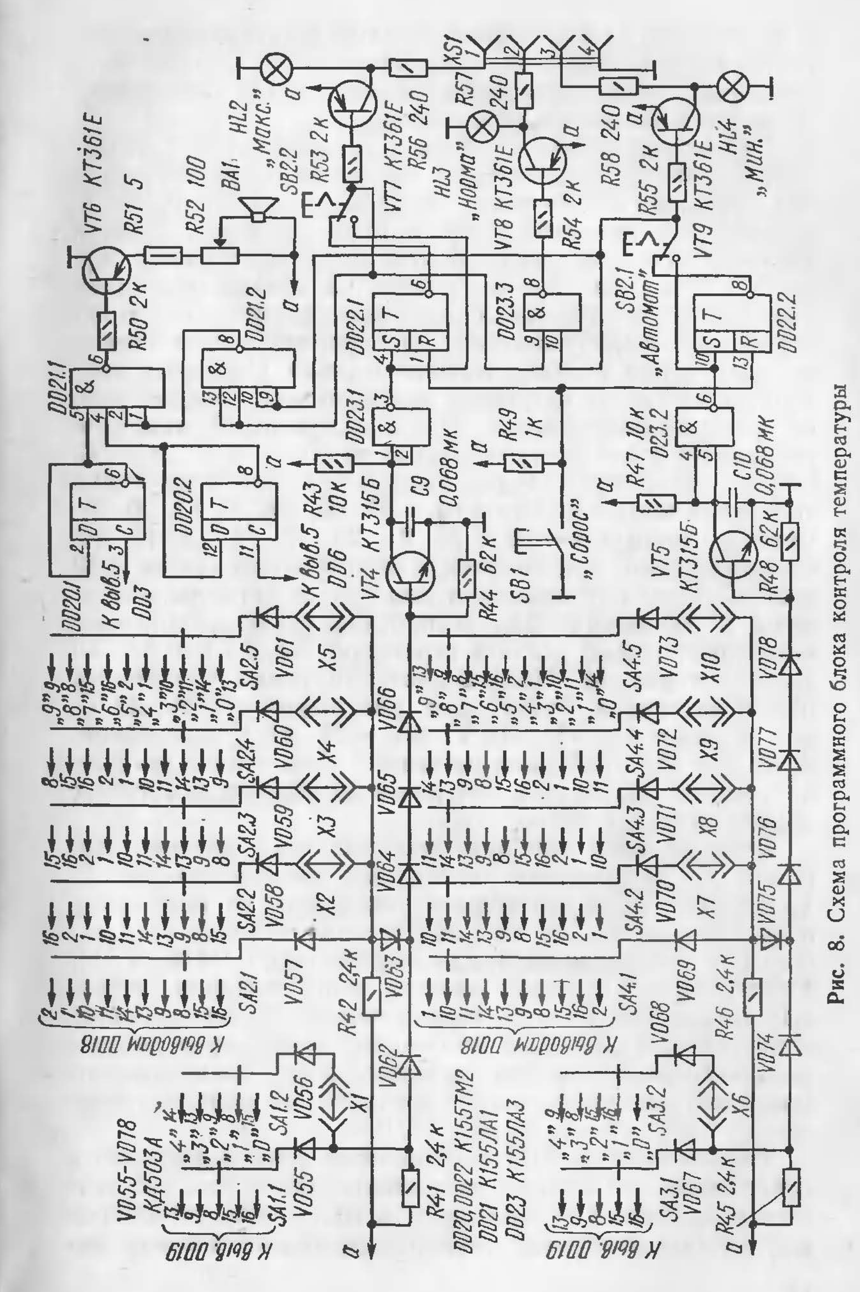


Рис. 8. Схема программного блока контроля температуры

5 направлений обусловлена возможностью превышения температурой среды ее допуска на 1...2 °C после того, как будет подан информационный сигнал включения устройства изменения температуры.

При эксплуатации прибора в условиях, когда допустимые значения температуры находятся в разных десятках градусов (например, 18...22 °C, 5...12 °C, 10...22 °C и т. д.), все перемычки могут быть запаяны. Полоса контроля температуры по обоим допускам в таком случае по 5 °C. Если же допустимый диапазон изменения температуры в пределах одного десятка градусов, могут появляться неоднозначности при формировании схемами совпадения сигнала максимума или минимума температуры. Такую ситуацию целесообразно рассмотреть на следующем примере. Пусть допустимый диапазон температуры для контролируемой среды — +24...+27 °C. Сигнал максимума будет выдаваться при следующих значениях кода температуры — 27, 28, 29, 30, 31, 20, 21. Сигнал минимума — 23,9, 22, 21, 20, 19, 13, 12, 11, 10. Следовательно, при значениях температуры среды +20 и 21 °C будут одновременно выдаваться сигналы максимума и минимума. Для устранения такой неоднозначности необходимо удалить перемычки X4, X5 или X8, X9 (согласно рис. 8). Полоса контролируемых температур после настройки будет: для максимума — +27...29 °C, для минимума — 23,9...19 °C или +27...31 °C для максимума и +23,9...22 °C для минимума. Аналогично рассуждая, можно определить ненужные перемычки для любых других значений температуры.

Блок питания прибора, стабилизаторы которого собраны по распространенной схеме, показан на рис. 9. Транзистор VT12 необходимо установить на теплоотвод площадью около 100 см². Желательно использовать небольшие теплоотводы и для транзисторов VT10, VT11. Конденсатор C19 — для защиты цепей питания цифровых микросхем от импульсных помех. Развязывающие конденсаторы C22—C33 необходимо равномерно распределить по всей площади печатных плат. Сегменты люминесцентных индикаторов питаются от однополупериодного выпрямителя на диоде VD95.

Переключатель SB3 «Индикация» дает возможность подключать индикаторы по необходимости, чем достигается продление их срока работы. Включение устройства контроля за величиной температуры осуществляется пе-

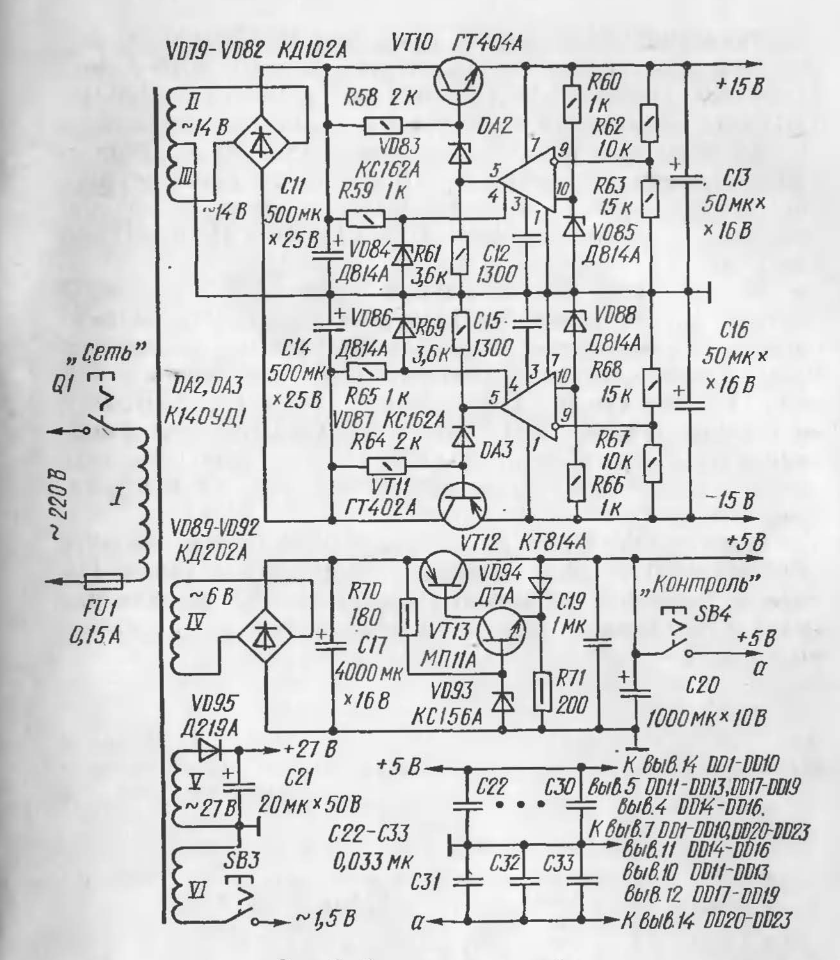


Рис. 9. Блок питания прибора

реключателем SB4 «Контроль», после чего необходимо нажатием кнопки SB1 «Сброс» обнулить триггеры DD22.1, DD22.2.

Конструкция и детали. В цифровом термометре применены резисторы МЛТ-0,125, МЛТ-0,25, МЛТ-0,5, за исключением сопротивлений R1, R4, R7, которые могут быть типов С2-29В, С2-13, С2-14, С2-31. Со-

противление R51 — четыре резистора МЛТ-0,125 20 Ом, соединенных параллельно. Потенциометр R52 — типа СПО-0,5 или СП2-3. Переменные резисторы R3, R5 должны обеспечивать стабильность своих параметров во времени и при настройке иметь высокую угловую разрешающую способность. Этим задачам наиболее полно удовлетворяют многооборотные резисторы со спиральным резистивным элементом СП5-14, СП5-3, СП5-16 или СП5-2.

Конденсатор С3 — слюдяной, типа СГМ-3 или КСО группы Г. Его можно составить из нескольких керамических конденсаторов, имеющих ТКЕ разных знаков, таким образом, чтобы суммарный ТКЕ был близок к нулю. Подстроечный конденсатор С6 типа КПК-МН, остальные — КЛС, КМ5, КМ6. Электролитические конденсаторы типа К50-6, С8—К53-4. Его можно заменить на конденсатор К50-6 емкостью 100 мкФ на напряжение 6 В.

Вместо ОУ К140УД8А целесообразно использовать ОУ К574УД1Б. Все цифровые микросхемы серии 155 можно заменить на микросхемы серии 133. Возможные варианты замены диодов и транзисторов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Тип прибора	Возможная замена
Д818Г	Д818Е, Д; КС191П, Р
КД503А	КД509А; КД510А; Д219А; Д220; Д223
КД109А	КД105; КД106; КЦ407; Д7А
КД202А	КД201; Д302 — Д305; КЦ402Д, Е
Д7А	Д226В
КС162А	КС168А } заменять нужно одновременно
Д814А	Д814Б; Д809 } заменять нужно одновременно
КТ117Г	КТ117В, Б
ГТ404А	КТ815А
ГТ402А	КТ814А
КТ815А	КТ817А, Б; П701А
КТ361Е	КТ203; КТ208; КТ361; МП39 — МП42 с любым буквенным индексом

Переключатели SA1, SA3 — типа 5П2Н-ПМ, SA2, SA4 — 11П5Н-ПМ; Q1, SB1—SB4 — типа П2К. Разъемы

МРН4-1, используемые в приборе, можно заменить на ОЦН-КГ-4-5/16р (СНЦ19) или другие с соответствующим числом контактов. Головка громкоговорителя ВА1—0,5ГД21. Подойдет любая другая мощностью не менее 0,25 Вт и сопротивлением катушки 8...10 Ом. Лампочки HL2—HL4 СМН 9×60 размещены на передней панели прибора в держателях МФС-1. Трансформатор блока питания выполнен на магнитопроводе Ш20×20. Все обмотки намотаны проводом ПЭВ-2. Их данные приведены в табл. 2.

Таблица 2

Данные намотки трансформатора Т1

Обмотка	Число витков	Диаметр провода, мм
I	3000	0,15
II + III	210 + 210	0,23
IV	100	0,8
V	400	0,15
VI	22	0,41

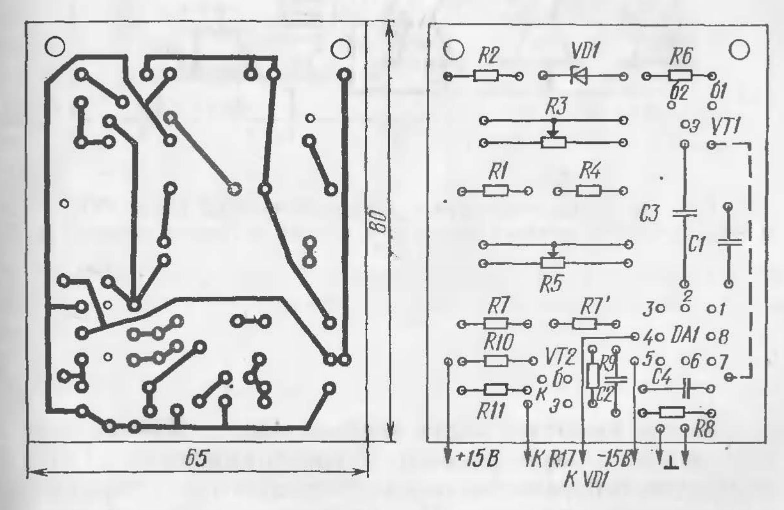


Рис. 10. Плата преобразователя «температура — частота» (блок У1)

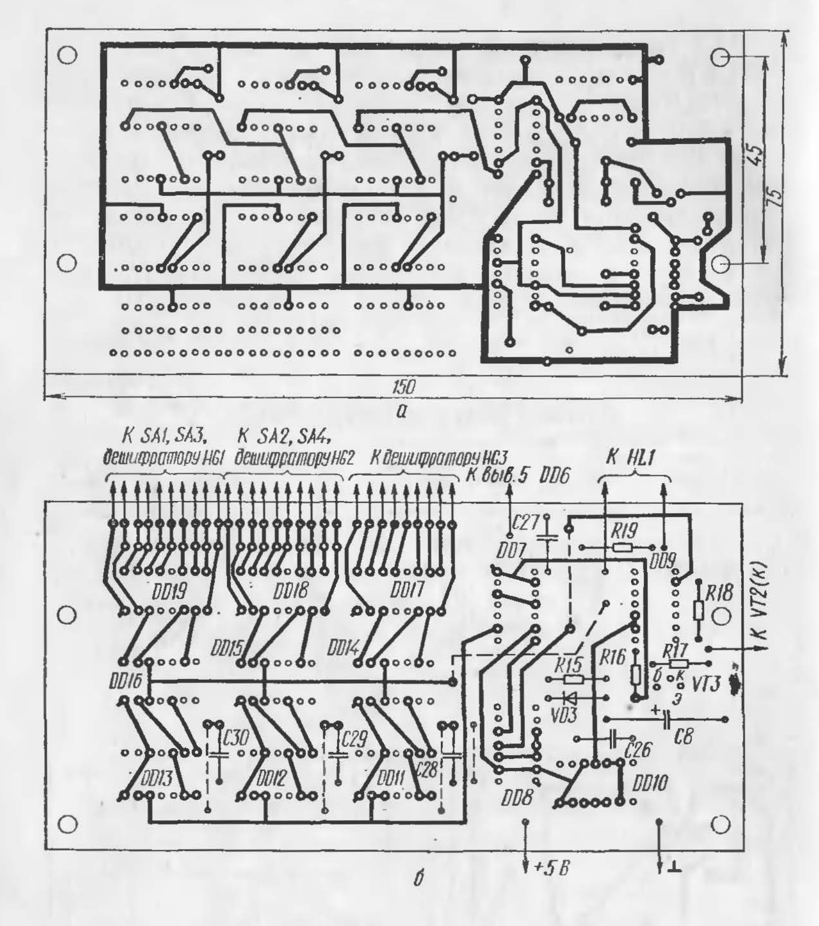


Рис. 11. Плата генератора и делителей частоты (блок У2):
а — вид со стороны печатных проводников; б — вид со стороны установки деталей

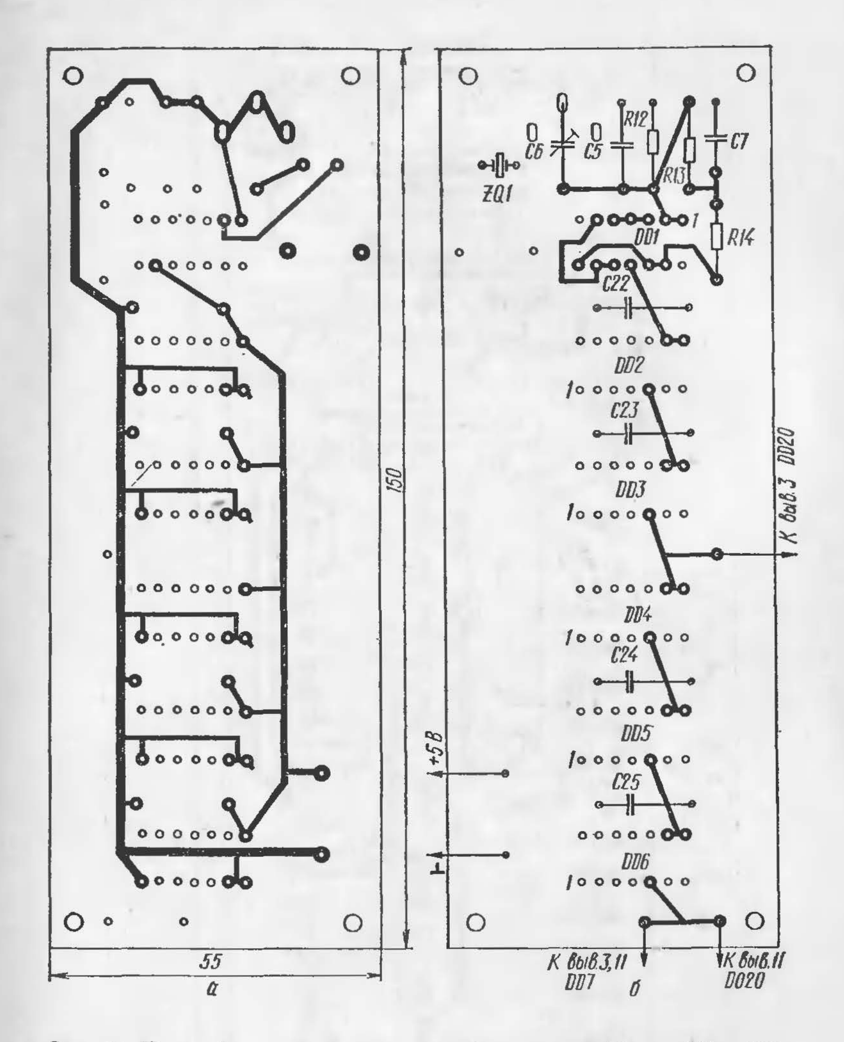
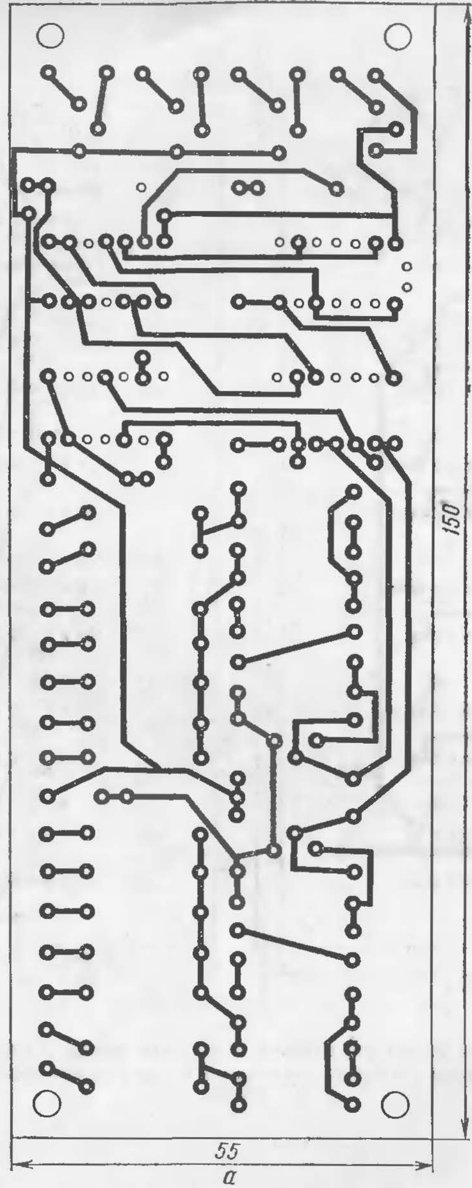


Рис. 12. Плата блока управления и счетных декад (блоки У3 и У4):
а — вид со стороны печатных проводников; б — вид со стороны установки деталей

Платы цифровой части прибора (блоки У2—У7) изготовлены из двустороннего, а преобразователя, стабилизаторов и перемычек из одностороннего фольгированного стеклотекстолита. Расположение проводников и деталей на печатных платах показаны на рис. 10—15. Поскольку узел индикации можно реализовать различными способами, печатная плата его не приводится. После

2 7—2648



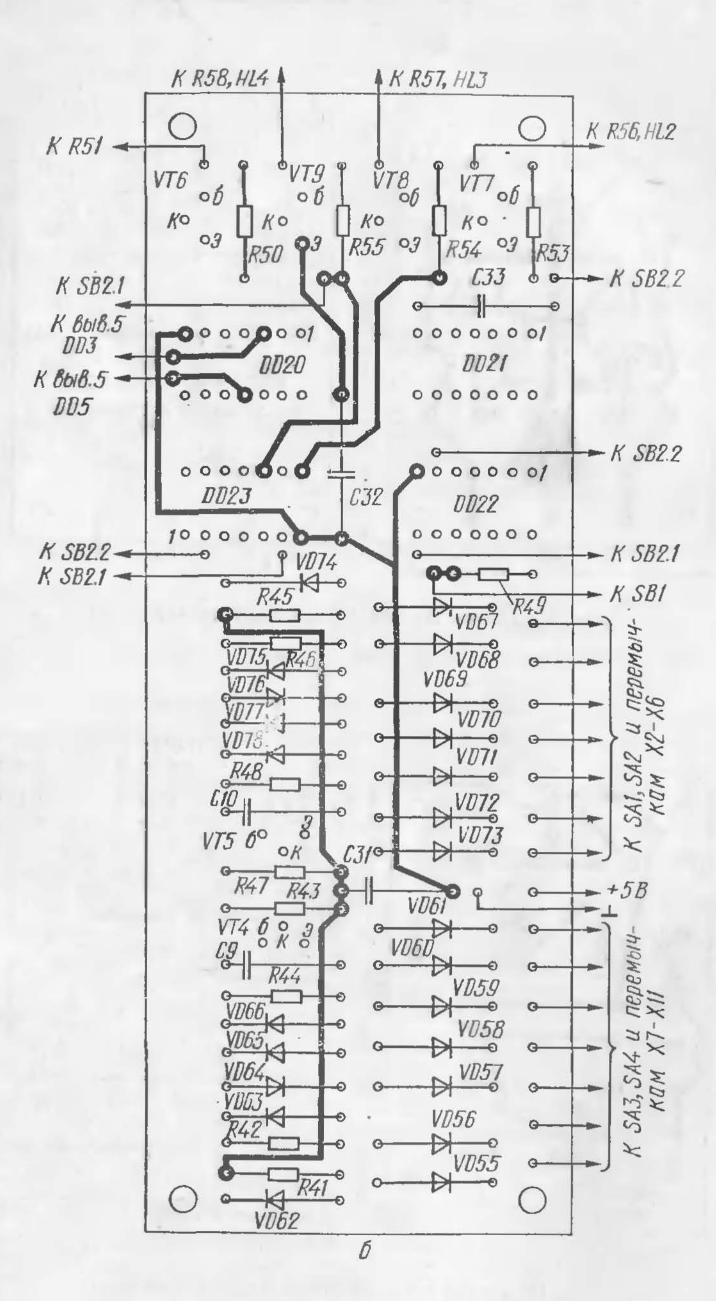


Рис. 13. Плата устройства контроля температуры (блоки У6 и У7):

а — вид со стороны печатных проводников; б — вид со стороны установки деталей

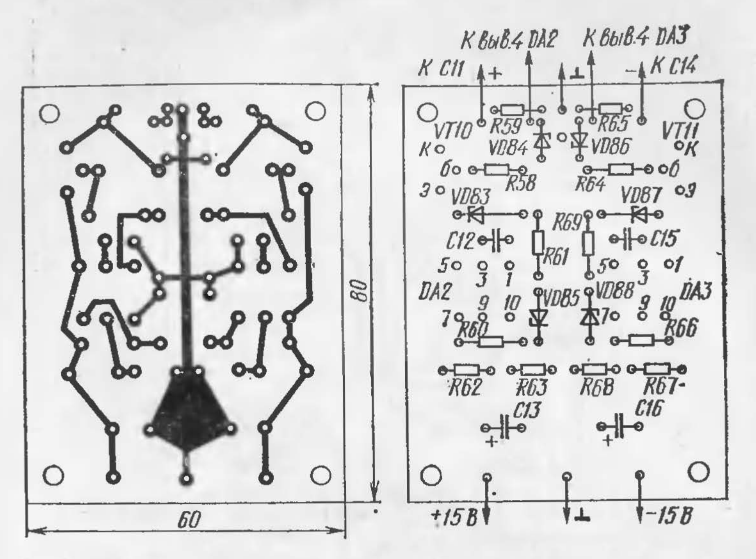


Рис. 14. Плата стабилизатора напряжений ±15В

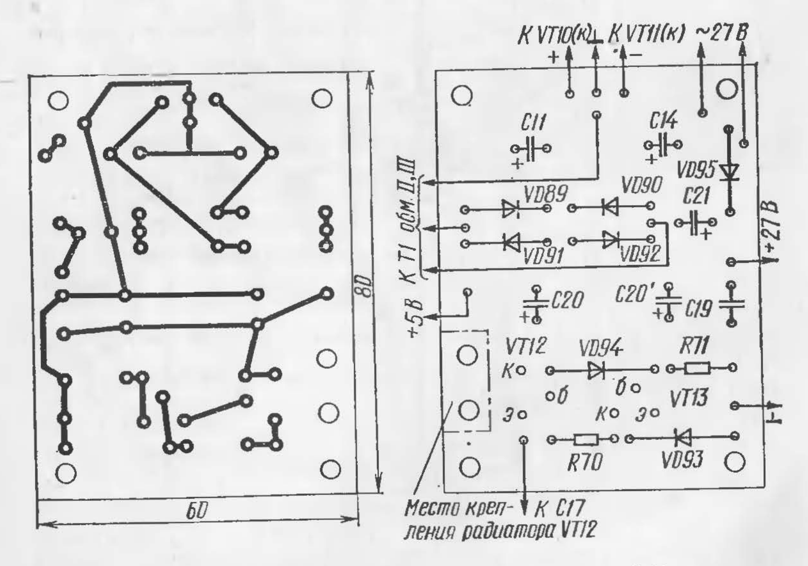


Рис. 15. Плата стабилизатора напряжения ±5 В

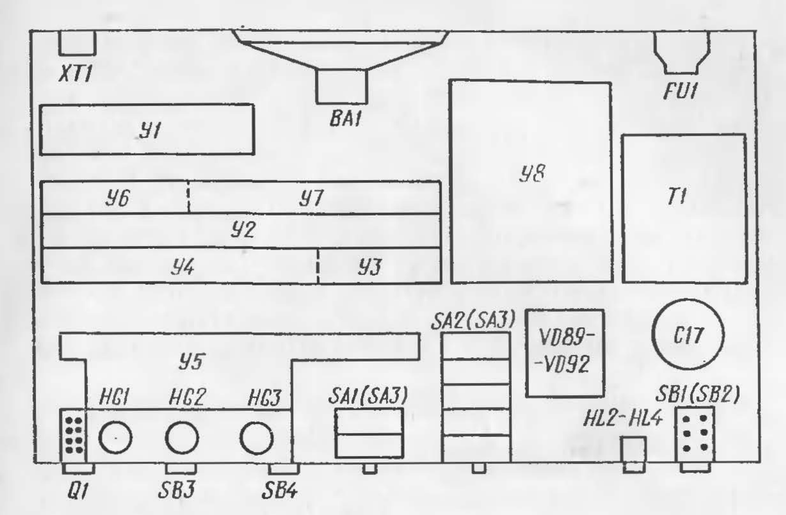


Рис. 16. Размещение деталей и блоков в корпусе прибора

запайки всех элементов в плату преобразователя все ее токопроводящие дорожки желательно тщательно обезжирить и покрыть влагостойким лаком УР-231 или ЭП-730.

Все перемычки X2—X11 необходимо разместить на отдельной плате. Конструкция платы может быть произвольной, главное, что нужно обеспечить,— это быструю смену перемычек и надежность образованного ими контакта. В зависимости от частоты смены перемычек плату можно разместить внутри корпуса цифрового термометра или на внешней стороне его задней стенки.

Платы прибора укрепляют вертикально внутри корпуса (рис. 16), изготовленного из листового алюминия. Толщина шасси — 2 мм, П-образной крышки и передней панели — 1 мм. В шасси и крышке высверлены вентиляционные отверстия.

Используемый в качестве датчика температуры диод VD1 — германиевый, типа Д9 или Д2 с любым буквенным индексом. При замене VD1 на кремниевый, например КД503А, КД510А, и уменьшении сопротивления резистора R7 до 3...5 кОм измерять температуру среды можно будет в диапазоне 0...+100 °С. Погрешность замеров может возрасти из-за меньшей зависимости вольтамперных характеристик кремниевых диодов от температуры по сравнению с германиевыми.

Для предохранения от механических повреждений диод VD1 помещен в защитный экран из металлической (медь, бронза) сетки. Внешний вид и конструкция датчика в сечении показаны на рис. 17. Датчик подсоединяется к цифровому термометру через экранированный кабель и разъем XT1. Анод диода 2 посредством пайки соединяется с центральным проводом 4, катод — с защитной металлической сеткой 1, которая, в свою очередь, припаивается по всему периметру до экрана 5 соединительного кабеля. Место соединения анода с центральной жилой кабеля заливается эпоксидной смолой 3. Тем самым достигается изоляция выводов датчика друг

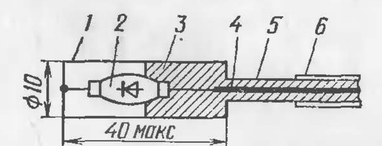


Рис. 17. Датчик температуры

от друга при измерении им температур жидкостей. Весь датчик заливать эпоксидной смолой не рекомендуется, поскольку ухудшается его теплопроводность.

Соединительный кабель должен обладать минимальным сопротивлением. Автором кабель был изготовлен следующим образом. В экранирующую оплетку пропущены три многожильных изолированных провода с большим сечением. Два из них соединены с анодом и образовали центральный проводник, а третий соединен с экраном кабеля и катодом датчика. На изготовленный таким образом экранированный соединительный провод была надета полихлорвиниловая трубка 6.

Настройку прибора начинают с блока питания. Подбором R63, R68 или R62, R67 напряжение на выходе двухполярного стабилизатора устанавливают равным ±15 В. Защита от перегрузок в стабилизаторе +5 В должна срабатывать при токе 0,5...0,6 А. Если значение тока другое — подбирают резистор R71.

Цифровая часть прибора при безошибочном монтаже настройки не требует. Следует только проверить частоту задающего генератора и при необходимости установить ее равной 100 000 Гц.

Прежде чем приступить к калибровке преобразователя температуры, подбором резистора R2 устанавливается ток, протекающий через стабилитрон VD2, равным

10 мА. Датчик VD1 при этом подключен. Вольтметром с большим входным сопротивлением замеряют величины напряжений на входах 3, 4 ОУ DA1. На инвертирующем входе напряжение должно быть на 0,15...0,4 В больше. В противном случае нужно подстроить резистор R3. Если преобразователь не работает (интегратор не сбрасывается), а на выводе 7 ОУ DA1 напряжение —12...—14 В, необходимо уменьшить порог отпирания транзистора VT1, увеличивая сопротивление резистора R6. При правильно подобранном пороге отпирания однопереходного транзистора амплитуда пилообразного напряжения на выходе интегратора должна быть в пределах —8,5...—9,5 В.

Калибровку преобразователя желательно производить с помощью высокоточных лабораторных термометров ТЛ-4 или других, имеющих цену деления 0,1 °С и погрешность не более ±0,05 °С. При калибровке датчик помещают в среду (например, вода) с температурой +60 °С, после чего подстроечным резистором R5 устанавливают выходную частоту преобразователя, равную 600 Гц (60,0 °С на индикаторах HG1—HG3). В случае необходимости увеличивают сопротивление резистора R4 до 7...10 кОм. Затем датчик охлаждают до 0 °С и резистором R3 устанавливают частоту, близкую к 0 Гц. Указанную процедуру повторяют несколько раз до тех пор, пока не будет исключено взаимное влияние регулировок. Для увеличения точности настройки можно охлаждать датчик второй раз до +2(3) °С, при этом выходная частота преобразователя будет 20(30) Гц.

Литература

1. Алексеенко А. Г., Коломбет Е. А., Стародуб Г. И. Применение прецизионных аналоговых ИС.— М.: Радио и связь, 1981.
2. Уильямс, Дургович.— Электроника, 1975, с. 48, № 7, с. 54—55.
3. Бирюков С. А. Радиолюбительские цифровые устройства.— М.: Радио и связь, 1982.
4. Бирюков С. А. Цифровые устройства на интегральных микорсхемах.— М.: Радио и связь, 1984.
5. Евсеев А. Способы измерения электрических величин в цифровых приборах.— В сб.: В помощь радиолюбителю.— М.: ДОСААФ, вып. 85, с. 30—32.

УЗКОПОЛОСНЫЙ АНТЕННЫЙ УСИЛИТЕЛЬ С ПЕРЕСТРАИВАЕМОЙ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ

О. Пристайко, Ю. Поздняков

Предлагаемый вниманию читателей антенный усилитель предназначен для улучшения чувствительности телевизионных приемников, принимающих передачи в метровом диапазоне.

Коэффициент усиления усилителя — 22...24 дБ, полоса пропускания шириной около 8 МГц может легко перестраиваться на один из телевизионных каналов при помощи подстроечного конденсатора.

Построение узкополосного перестраиваемого усилителя в диапазоне частот с 1 по 12 телевизионные каналы связано с большими трудностями из-за того, что между 5 и 6 телевизионными каналами существует разрыв. Поэтому предлагается усилитель, работающий в одном из двух поддиапазонов — с 1 по 5 или с 6 по 12 телевизионные каналы. Использование в усилителе малошумящих транзисторов в сочетании с оптимизацией их режимов по постоянному току позволило обеспечить низкий уровень собственных шумов усилителя при достаточно большом коэффициенте усиления.

Применение предлагаемого антенного усилителя оказывается наиболее эффективным в случаях, когда телевизионный приемник не обладает достаточным запасом коэффициента усиления для устойчивого приема телепередач вне зоны уверенного приема. Целесообразным представляется также использование усилителя для улучшения чувствительности, ограниченной усилением, при приеме передач на телевизоры, потерявшие запас по коэффициенту усиления в результате длительной эксплуатации. Описываемый усилитель можно также применять для приема телепередач в районах, удаленных от телецентров и ретрансляторов, например в сельской местности, где в большинстве случаев нет централизованных приемных антенных систем (коллективных антенн). В таком случае возможно использование усилителя при подключении к одной приемной антенне нескольких телевизионных приемников. Практически реализация всего этого устройства возможна при условии согласования антенных входов телеприемников с выходом усилителя. Усилитель также позволяет при использовании узкополосных и остронаправленных антенн и антенных систем с большим коэффициентом усиления вести уверенный дальний прием телепередач от телецентров, лежащих за пределами зоны уверенного приема. При этом рекомендуется размещение усилителя на мачте, в непосредственной близости от антенны, чтобы добиться компенсации ослабления сигнала в антенном фидере, которое будет тем большим, чем больше длина кабеля снижения. В таком случае применение предлагаемого усилителя позволит улучшить соотношение сигнал / шум на входе телевизионного приемника.

Разработанный двухкаскадный усилитель характеризуется намного более простыми конструкцией и схемной реализацией по сравнению с трехкаскадным усилителем, описанным в [1]. Усилитель из [1] не обеспечивает возможности перестройки амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) на один из телевизионных каналов диапазона и имеет лишь ограниченную подстройку частоты относительно средней частоты, на которую он фиксированно настроен, в пределах ±3 МГц, что позволяет компенсировать лишь температурный дрейф полосы пропускания усилителя. Минусовое относительно корпуса питание указанного усилителя исключает возможность его работы от источника питания лампового телевизора.

Основное преимущество предлагаемого усилителя заключается в возможности плавной перестройки его АЧХ на различные телевизионные каналы в метровом диапазоне, что позволяет получить высокий коэффициент усиления на требуемом канале при сравнительно простых схемотехнических решениях. Амплитудно-частотная характеристика первого каскада усилителя равномерна в широком диапазоне частот, включающем в себя пять — с 1-го по 5-й (48,5...100 МГц) — или семь — с 6-го по 12-й (174...230 МГц) — телевизионных каналов.

Усилитель имеет два каскада усиления, собранные на транзисторах VT1 и VT2 (рис. 1), включенных по схеме с общим эмиттером и схеме с общей базой соот-

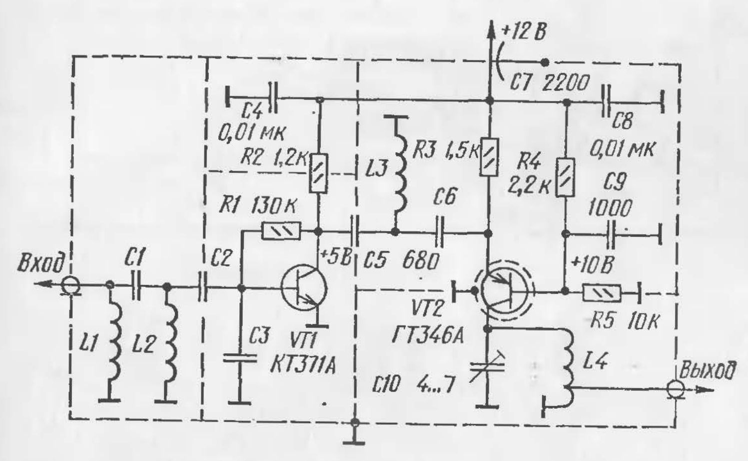


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема антенного усилителя

ветственно. Такое каскодное включение транзисторов VT1 и VT2 обусловлено стремлением снизить коэффициент шума усилителя в целом.

Перестройку усилителя по частоте осуществляют посредством плавной регулировки подстроечным конденсатором C10 во втором каскаде усиления, АЧХ которого имеет форму колоколообразного пика с максимумом усиления в узком диапазоне шириной около 8 МГц.

Входной контур L1C1L2C2 является фильтром верхних частот с частотой среза около 48,5 МГц для первого поддиапазона и около 160 МГц — для второго. Режим работы транзистора VT1 по постоянному току задан резисторами R1 и R2 таким образом, чтобы получить

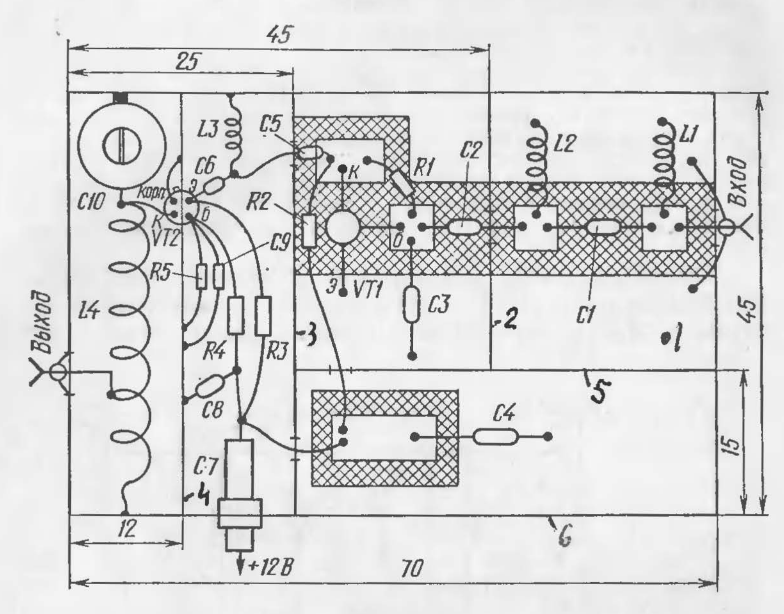


Рис. 2. Конструкция усилителя

напряжение на его коллекторе равным +5 В при токе коллектора около 5 мА. В таком режиме коэффициент шума транзистора серии КТ371А составляет 3,4...4,7 дБ на частоте 400 МГц [2], а на частотах ниже 400 МГц шум транзистора будет меньше. Емкость конденсатора С3 вместе с входной емкостью транзистора VT1 ограничивают усиление первого каскада на высшей частоте поддиапазона.

Измеренный коэффициент усиления первого каскада составляет 13...15 дБ в обоих поддиапазонах. Элементы С5, L3, С6 представляют собой входной фильтр верхних частот второго каскада и служат для подавления сигналов нижних частот. Транзистор VT2, в коллекторную цепь которого включен контур L4C10, является резонансным усилителем. Параметры элементов контура

L4C10 определяют узкую АЧХ второго каскада, а их изменение обеспечивает возможность перестройки АЧХ в широком диапазоне частот. Использование в качестве VT2 транзистора серии ГТ346А, включенного по схеме с общей базой, обусловлено тем, что в этой схеме включения транзистор имеет малую проходную емкость. Резисторы R3—R5 обеспечивают следующий режим транзистора VT2 по постоянному току: напряжение коллектора 10 В, ток эмиттера — около 1 мА. При этом коэффициент шума транзистора ГТ346А не превышает 4 дБ [2]. Коэффициент усиления второго каскада равен 12... 14 дБ при полосе пропускания 8 МГц.

Конденсаторы С4, С8 необходимы для сглаживания пульсаций питающего напряжения и предотвращения самовозбуждения усилителя. Рациональный монтаж и оптимизированная конструкция обеспечивают надежную и устойчивую работу усилителя при высоком коэффициенте усиления (рис. 2). Изменение коэффициента усиления по диапазону в пределах каждого из поддиапазонов, вызванное неравномерностью АЧХ, не превышает 3 дБ. Таким образом, при перестройке усилителя на различные каналы в пределах одного поддиапазона значения коэффициента усиления отличаются не более чем на 3 дБ; при этом коэффициент усиления в первом поддиапазоне на 2...3 дБ выше, чем во втором.

Вместо транзистора КТ371А в усилителе могут быть применены транзисторы серий КТ382А, КТ382Б, КТ367А, а вместо транзистора ГТ346А можно использовать ГТ346Б, но в случае использования последнего возрастает уровень собственных шумов усилителя. Вместе с тем уровень собственных шумов можно уменьшить, применив вместо транзистора КТ371А транзисторы КТ372, КТ3101, КТ3115, КТ3132 с любым буквенным индексом. В таком случае сопротивление резистора R1 должно быть уменьшено до 100 кОм, а сопротивление резистора R2 должно быть увеличено до 3,2 кОм для обеспечения напряжения на коллекторе транзистора VT1 равным 5 В при токе коллектора около 3 мА. При замене транзистора должен быть также несколько изменен рисунок печатной платы, чтобы контактные площадки были расположены под соответствующими электродами транзисторов. Во втором каскаде усилителя транзистор ГТ346А можно заменить на КТ3123А; при этом следует уменьшить сопротивление резистора R3 до 750 Ом, чтобы

получить напряжение на эмиттере транзистора равным 10 В при токе коллектора около 1 мА.

Катушки индуктивности выполнены из посеребреиного провода; намотка катушек бескаркасная. Диаметр провода, шаг намотки и внутренний диаметр катушек для каждого из поддиапазонов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Обозначение	Количество витков		Диаметр провода, мм	Шаг намотки, мм	Внутренний диаметр катушки, мм	Примечание
	каналы 1 — 5	каналы 6 — 12				
L1	5	3	0,7	3	8	—
L2	3	2	0,7	3	8	—
L3	5	5	0,5	1,5	3	—
L4	12	7	0,5	5	5	Отвод от второго витка, считая от «земляного» конца

Емкости конденсаторов усилителя (в пФ) в зависимости от поддиапазона приведены в табл. 2.

Таблица 2

Обозначение конденсатора	Каналы	
	1 — 5	6 — 12
C1	18	6,8
C2	24	8,2
C3	24	10
C4	47	24

В усилителе использованы конденсаторы С4, С8 типа КМ-5, остальные КД-1, КД-2. Проходной конденсатор С7—К10-51; подстроечный конденсатор С10—КТ4-23. Все резисторы в усилителе — МЛТ-0,125.

Усилитель собран в металлическом прямоугольном корпусе с размерами 70×45×15 мм. Корпус сверху и снизу закрыт легкосъемными крышками, которые после окончательной настройки припаивают к корпусу. Детали конструкции усилителя выполнены из луженой меди толщиной 0,5 мм; может быть использована также листовая

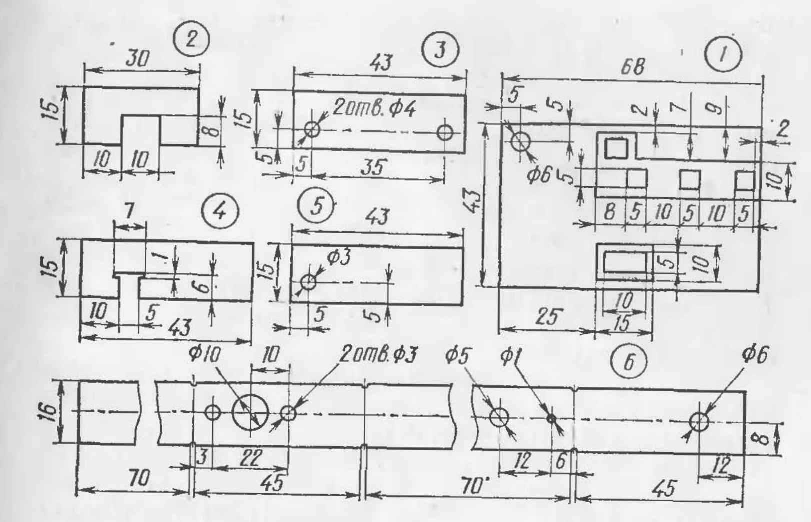


Рис. 3. Детали корпуса усилителя (6 шт.)

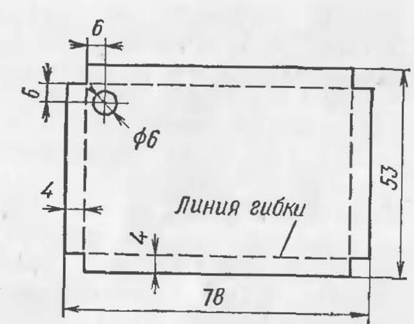


Рис. 4. Крышки корпуса усилителя (в нижней крышке отверстие не выполнять)

латунь или жесть (рис. 3, 4). Основой усилителя является печатная плата 1, выполненная из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, к которой припаяны остальные детали конструкции. В случае использования двустороннего стеклотекстолита фольга с обратной стороны платы удаляется. Фольгу с участков платы, обозначенных на рисунке штриховыми линиями, необходимо перед сборкой удалить. Удаление фольги может быть осуществлено как механическим путем, так и травлением. На рис. 2 показано размещение в корпусе элементов усилителя, которые следует устанавливать на место только после окончатель-

ной сборки корпуса. Для обеспечения минимальной паразитной емкости монтажа элементы в корпусе устанавливают, максимально укорачивая длину их выводов; при пайке элементов необходимо использовать теплоотвод. Вход усилителя припаивают к антенному гнезду, которое при помощи двух винтов с гайками крепится к боковой стенке корпуса (деталь 6 на рис. 3). К выходу усилителя припаивают снабженный унифицированным антенным штекером отрезок телевизионного кабеля с волновым сопротивлением 75 Ом длиной 0,7...1 м, при помощи которого соединяют выход усилителя с антенным входом телевизионного приемника.

Настройка усилителя при правильном монтаже и использовании заведомо исправных деталей сводится к проверке режимов транзисторов VT1 и VT2 по постоянному току. Отклонение напряжений на выводах транзисторов от указанных на схеме (см. рис. 1) не должно превышать ±5 %. С помощью конденсатора С10 настраивают усилитель на один из телевизионных каналов метрового диапазона по максимальной контрастности и устойчивости изображения на экране телевизионного приемника. Затем растягиванием и сжатием витков катушек L1, L2 (для фильтра верхних частот первого каскада) и катушек L3, L4 (для фильтра верхних частот второго каскада) добиваются наиболее качественного изображения, подстраивая таким образом частоты среза фильтров верхних частот. При этом компенсируется возможный вследствие разброса параметров элементов и емкостей монтажа уход частоты среза обоих фильтров верхних частот. Окончательную настройку плавной подстройкой конденсатора С10 желательно проводить в собранном усилителе с припаянными верхней и нижней крышками при помощи контурной отвертки, выполненной из диэлектрического материала.

Усилитель, как правило, располагается в непосредственной близости от телевизионного приемника. В случае, если длина телевизионного кабеля снижения превышает 15...20 м, для улучшения соотношения сигнал/шум на входе телеприемника усилитель целесообразно расположить вблизи приемной антенны, приняв меры по его влаго- и теплоизоляции. При размещении усилителя на мачте наружной антенны для исключения вредного влияния на него атмосферы крышки корпуса должны быть тщательно припаяны к корпусу по всему периметру, а подстроечное отверстие должно быть запаяно для придания корпусу герметичности. Рекомендуется также для дополнительной защиты усилителя от попадания влаги надеть на него несколько полиэтиленовых пакетов таким образом, чтобы один пакет был надет на другой, а открытая сторона каждого из них была направлена вниз. При этом входной и выходной кабели, подключенные к усилителю, должны быть изогнуты так, чтобы они подходили к усилителю снизу. Это исключит попадание атмосферных осадков внутрь полости пакетов и надежно защитит усилитель от влаги. В случае значительных перепадов температуры воздуха целесообразно поместить усилитель в простейший пассивный термостат, выполненный, например, из подходящей по размерам разъемной пенопластовой коробки.

Усилитель может работать от любого источника питания, обеспечивающего постоянное напряжение +12 В при токе нагрузки 10 мА; при этом уровень пульсаций не должен превышать 10 мВ. Усилитель можно питать напряжением +12 В, которым питается дециметровый селектор каналов (блок СКД) телевизионного приемника.

Литература

1. Геншенза И., Коломиец В., Савенко Н. Антенный усилитель с дистанционной настройкой.— Радио, 1975, № 4, с. 15—16.
2. Транзисторы для аппаратуры широкого применения: Справочник / Под ред. Б. Л. Перельмана.— М.: Радио и связь, 1981, с. 272, 275, 243, 245.

СИММЕТРИЧНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ С ТОКОВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Ю. Нечаев

Предлагаемый усилитель предназначен для высококачественного звуковоспроизведения. Устройство защищено авторским свидетельством № 1070685.

Принцип работы усилителя поясняет электрическая схема на рис. 1. Оконечные транзисторы VT1 и VT2 эмиттерами подключены к нагрузке, а их базы непосредственно соединены с коллекторами дифференциального каскада на транзисторах VT3, VT4. Источники питания E1 и E2 изолированы от земли и работают на нагрузку. Источник E3 работает в цепи управления мощными транзисторами.

Если нагрузка усилителя имеет вывод средней точки, то к ней можно присоединить источник питания E3, дифференциального каскада. В результате весь коллекторный ток дифференциального каскада поступает в базы оконечных транзисторов. Транзисторы дифференциального каскада являются источниками тока с большим выходным сопротивлением, поэтому усилитель можно назвать усилителем с токовым управлением оконечными транзисторами.

Отметим, что в усилителе нет необходимости делить нагрузку на две части. Достаточно образовать среднюю точку с помощью двух резисторов $R_н$, имитирующих нагрузку, но имеющих сопротивление в несколько десятков раз большее сопротивления нагрузки. Источник питания E3 подключается к искусственной средней точке.

Напряжение отрицательной обратной связи по переменному и постоянному току через резисторы R1 и R2 поступает на базы транзисторов дифференциального каскада. Ток покоя оконечных транзисторов устанавливается с помощью резистора R6, регулирующего рабочий ток дифференциального каскада.

При работе усилителя на входы дифференциального каскада следует подавать два противофазных сигнала от фазоинвертора.

Рис. 1. Упрощенная схема усилителя

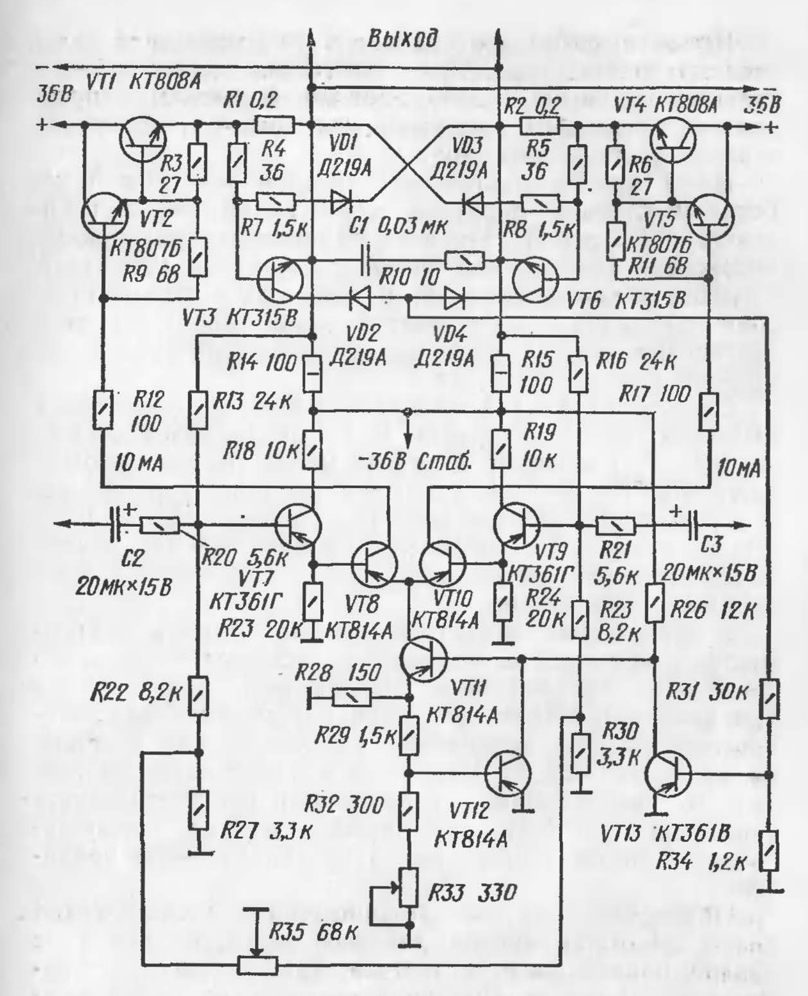


Рис. 2. Усилитель мощности

8 7–2648

Преимуществом данного построения усилителя является его полная симметрия. Благодаря этому обстоятельству усилитель практически нечувствителен к пульсациям питающего напряжения и помехам, поступающим синфазно на оба входа.

Из-за малого количества каскадов усиления и небольшой глубины обратной связи динамические искажения в усилителе невелики. Снижению нелинейных искажений способствует полная симметрия усилителя. Глубина обратной связи по постоянному и переменному току одинакова и составляет не более 20 дБ, но этого достаточно для удержания нулевого потенциала на крайних выводах нагрузки.

Следует также отметить, что усилитель устойчив к высокочастотной генерации и не предъявляет особых требований к монтажу и другим мерам против самовозбуждения. Кроме того, усилитель обладает хорошей ремонтопригодностью, так как питание оконечных транзисторов и питание дифференциального каскада можно подключать независимо друг от друга, поочередно проверяя все транзисторы.

К недостаткам усилителя следует отнести зависимость коэффициента нелинейных искажений от коэффициентов передачи тока транзисторов, однако даже при неблагоприятном сочетании параметров транзисторов коэффициент нелинейных искажений, как правило, не превышал 0,1 %. Кроме того, недостатком можно считать невозможность регулировки чувствительности усилителя. Поэтому регулировка должна осуществляться в фазоинверторе или в предварительном усилителе.

Приведенная на рис. 1 упрощенная электрическая схема усилителя вполне работоспособна, но имеет не лучшие параметры и не имеет защиты от короткого замыкания нагрузки. Полная электрическая схема симметричного усилителя приведена на рис. 2 и имеет следующие данные:

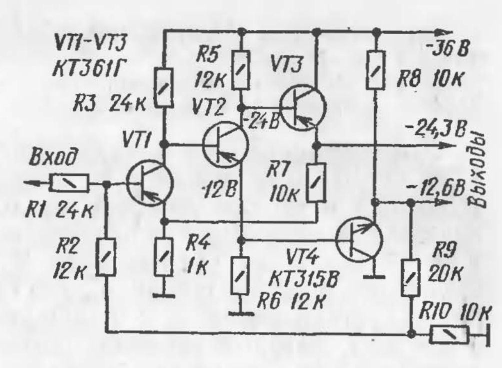
Сопротивление нагрузки, Ом	4
Номинальная мощность, Вт	60
Рабочий диапазон частот при номинальной мощности, Гц	20...50 000
Неравномерность АЧХ в рабочем диапазоне частот, дБ	±0,5
Нелинейные искажения при номинальной мощности, %, не более	0,1
Выходное сопротивление, Ом	0,3
Скорость нарастания выходного напряжения на нагрузке 4 Ом, В/мкс	20
Отношение сигнал/шум, дБ	90
Входное напряжение, $В_{эфф}$	1,5

Дифференциальный каскад собран на транзисторах VT8, VT10. Для повышения входного сопротивления усилителя к входам дифференциального каскада подключены эмиттерные повторители на транзисторах VT7, VT9. К эмиттерам транзисторов VT8, VT10 подключен генератор тока на транзисторе VT11. Его ток силой 20 мА устанавливается с помощью переменного резистора R33, который изменяет потенциал на базе транзистора VT12, коллектор которого подключен к базе VT11. Транзистор VT12, кроме того, осуществляет термокомпенсацию тока покоя оконечных транзисторов. Для этого его располагают на радиаторе одного из оконечных транзисторов. При нагревании транзистора VT12 снижается отрицательный потенциал на его коллекторе, транзистор VT11 закрывается, одновременно уменьшается ток оконечных транзисторов. Резисторы R12, R17 предназначены для контроля тока плеч дифференциального каскада.

Усилитель защищен от короткого замыкания нагрузки и от перегрузки по току. При увеличении силы тока нагрузки до 6 А возникающее на резисторах R1, R2 падение напряжения открывает транзисторы VT3, VT6. При этом ток, протекающий через делитель R31R34, открывает транзистор VT13, отрицательный потенциал на его коллекторе снижается, в результате ток через транзистор VT11 уменьшается и происходит одновременное закрытие обоих плеч выходного каскада. Сила тока срабатывания защиты регулируется резисторами R4, R5. При закорачивании этих резисторов ток срабатывания защиты уменьшается до 3 А. Переменный резистор R35 служит для установки нулевого потенциала на выводах нагрузки.

На рис. 3 приведена схема фазоинвертора, предназначенного для работы совместно с симметричным усилителем мощности. Автором выбрана простая схема, обладающая достаточно приемлемыми параметрами. В приведенной схеме имеются цепи отрицательной обратной связи по переменному и постоянному току через резисторы R2 и R7, благодаря чему фазоинвертор отличается хорошей термостабильностью и малыми нелиней-

Рис. 3. Фазоинвертор



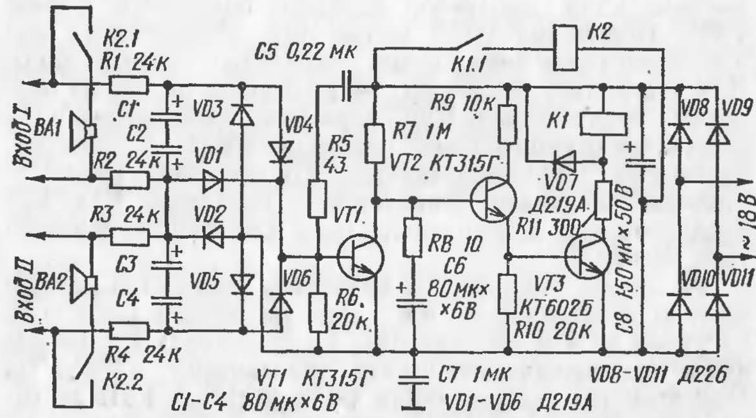


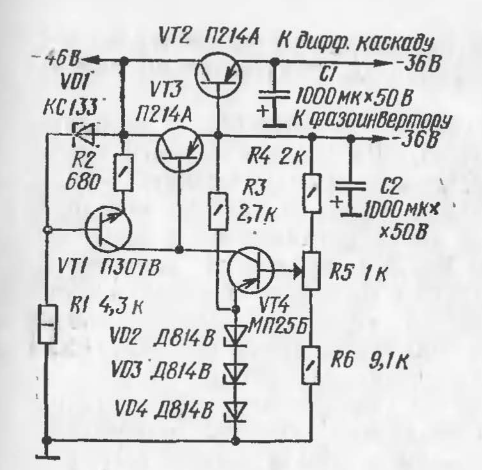
Рис. 4. Датчик постоянного напряжения

ными искажениями. В случае необходимости режим по постоянному току можно подстроить резистором R10. Резистором R2 устанавливается коэффициент усиления в пределах 1,5...2. Максимальное неискаженное напряжение на выходе — 4 В, входное сопротивление — не менее 24 кОм.

Для защиты акустических систем от повреждения в случае пробоя оконечных транзисторов в усилителе применен датчик постоянного напряжения. Его схема приведена на рис. 4. Датчик предназначен для двухканального усилителя, поэтому имеет два входа.

Времязадающая цепь R7R8C6 предназначена для задержки включения акустических систем. При указанных номиналах задержка составляет 4 с. Цепь C5R5 служит

Рис. 5. Стабилизатор напряжения



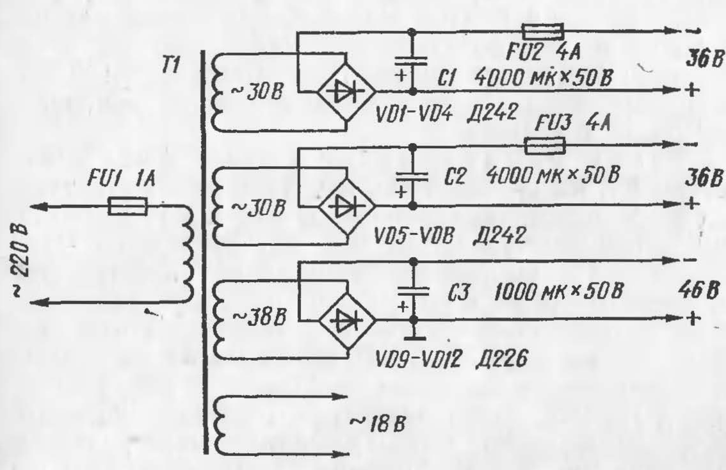


Рис. 6. Блок питания

для кратковременного открытия транзистора VT1 и разрядки через него конденсатора C6 при включении усилителя в сеть. Напряжение срабатывания датчика равно 4 В. Источник питания датчика изолирован от земли.

Питание дифференциального каскада и фазоинвертора осуществляется от стабилизатора напряжением 36 В. Схема стабилизатора приведена на рис. 5. При использовании в стереоусилителе стабилизатор является общим для обоих каналов. Это же напряжение питания можно

использовать для всех каскадов предварительного усиления, при этом целесообразно дополнительно снизить напряжение до 24 В.

Стабилизатор запитан от выпрямителя с выходным напряжением 46 В (рис. 6). Датчик постоянного напряжения подключен к переменному напряжению ~18 В. Питание оконечных транзисторов усилителя мощности осуществляется от двух нестабилизированных выпрямителей напряжением 36 В. Эти источники напряжения изолированы друг от друга и от земли. Для двухканального усилителя мощность силового трансформатора должна быть не менее 200 Вт, а число незаземленных источников напряжения составляет четыре. На схеме блока питания (см. рис. 6) указаны переменные напряжения холостого хода вторичных обмоток трансформаторов. Обмотки с напряжением ~30 В должны быть рассчитаны на ток 4 А. При этой нагрузке переменное напряжение не должно снижаться более чем на 3 В. Остальные вторичные обмотки рассчитаны на ток 0,2 А. Постоянные напряжения указаны в режиме номинальной мощности усилителя.

Детали усилителя по схеме рис. 2. Резисторы R1, R2 проволочные, намотаны из константана. В качестве переменных резисторов R33 и R35 использованы потенциометры СП4-I 0,25 Вт. Транзистор VT12 серии КТ814А выбран из соображений удобства, так как имеет отверстие и его удобно крепить на радиаторе одного из оконечных транзисторов через слюдяную прокладку. Транзисторы VT2, VT5 размещаются на медных или алюминиевых пластинах площадью 18 см². Транзисторы VT1, VT4 имеют радиаторы площадью не менее 800 см². Резистор R33 можно выбрать с сопротивлением в пределах 100...360 Ом, при этом следует соблюдать соотношения R32=0,9R33, R29=6,7R33.

В качестве реле K1 на схеме рис. 4 использовано реле РЭС-10, РС1.824.302, рабочее напряжение 12 В. В качестве реле K2 использовано реле РЭС-22, РФ4.500.131, рабочее напряжение 24 В.

Перед настройкой оконечный каскад, дифференциальный каскад и фазоинвертор должны быть отсоединены от блока питания. Сначала проверяется блок питания и устанавливается напряжение — 36 В на выходе стабилизатора. Затем питание подается на фазоинвертор и проверяются режимы по постоянному току. Нижний по

схеме рис. 3 выход фазоинвертора должен иметь напряжение —(12,6...13) В. При необходимости его следует отрегулировать резистором R10. Данная регулировка необходима для нормальной работы переходных электролитических конденсаторов C2, C3 (см. рис. 2) усилителя мощности. Со стороны баз транзисторов дифференциального каскада напряжение составляет —11,2 В.

Настройку усилителя мощности начинают с проверки работы дифференциального каскада. Резистор R35 устанавливают в среднее положение, резистор R33 — в положение минимального тока, перемещая движок резистора в нижнее по схеме рис. 2 положение. После этого подают питание на дифференциальный каскад. Измеряя падение напряжения на резисторах R12, R17, следует установить через них ток силой 10 мА с помощью резистора R33. В случае неравенства токов через резисторы R12, R17 выровнять их резистором R35. Затем, вращая резистор R33, выявить пределы регулировки тока. Ток должен изменяться в пределах 7...12 мА. Максимальный ток устанавливается подбором резистора R32. Резистор R29 влияет на диапазон регулировки. При его уменьшении диапазон регулировки увеличивается.

Перед регулировкой тока покоя оконечных транзисторов необходимо установить резистор R33 в положение минимального тока через дифференциальный каскад. В цепь коллектора одного из транзисторов VT1, VT4 включают миллиамперметр постоянного тока с пределом шкалы 300 мА. Параллельно нагрузке подключить вольтметр постоянного тока. Отключить усилитель от сети и, подключив питание к оконечному каскаду, вновь включить в сеть. Вращая резистор R33, установить ток покоя, равным 50...60 мА, одновременно проверяя нулевое напряжение на нагрузке и регулируя его резистором R35.

Затем необходимо отрегулировать чувствительность усилителя с номинальной нагрузкой на выходе. На вход фазоинвертора через переходной конденсатор 0,1 мкФ следует подать от генератора напряжение с частотой 1000 Гц, постепенно увеличивая его от 0 до 1 В. Напряжение на нагрузке контролируют вольтметром переменного тока с пределом измерения 30 В. При входном напряжении 1 В на нагрузке должно быть 15 В. В случае несоответствия коэффициент усиления фазоинвертора

регулируется резистором R2 (см. рис. 3). При увеличении его сопротивления усиление возрастает. На этом регулировку следует считать законченной.

ВОСЬМИПОЛОСНЫЙ СТЕРЕОФОНИЧЕСКИЙ ЭКВАЛАЙЗЕР

Ю. Бурштейн, Ю. Колесников, А. Бронштейн

В современных усилителях, тюнерах и магнитофонах имеются регуляторы тембра, которыми обычно в значительной степени регулируется основная часть спектра звуковых частот. Эти регуляторы пригодны для небольших изменений тональных значений звуковых программ, но они малоэффективны для исправления недостатков громкоговорителей и помещений для прослушивания. Поскольку амплитудно-частотная характеристика обычного громкоговорителя имеет значительную неравномерность в различных точках звукового диапазона, эквалайзер, в силу своих особых частотных характеристик, в большей степени способен внести необходимую коррекцию, чем обычные регуляторы тембра.

Эквалайзер позволяет в значительной степени скомпенсировать неравномерность амплитудно-частотных характеристик акустических систем, несовершенство акустических свойств помещений, возрастные изменения слуха, осуществлять коррекцию магнитофонных записей для улучшения их качества. Эквалайзер повышает качество восприятия звуковой программы, поэтому он является неотъемлемым звеном современных систем высококачественного звуковоспроизведения.

Практические схемы многополосных темброблоков уже встречались на страницах журнала «Радио» [1], [2]. Ниже приводится схема восьмиполосного эквалайзера, имеющего в своем составе фильтр высших частот (ФВЧ) для подавления нежелательных инфранизкочастотных колебаний, таких как рокот электропроигрывающих устройств, разностные колебания фоновых составляющих и наиболее низкочастотные сигналы, некачественно воспроизводимые вследствие недостатков акустических систем.

Основные технические характеристики

Диапазон воспроизводимых частот, Гц	20...50 000
Допустимые отклонения амплитудно-частотной характеристики относительно уровня сигнала на частоте 1000 Гц в диапазоне частот от 20 до 50 000 Гц при фиксации регуляторов амплитудно-частотной характеристики в среднем положении, дБ	±0,5
Коэффициент гармонических искажений в диапазоне частот от 40 до 16 000 Гц, %, не более	0,03
Глубина регулировки уровня сигнала при управлении амплитудно-частотной характеристики на частотах 31,5; 75; 160; 400; 1000; 2500; 6300; 16 000 Гц, дБ, не менее	±15
Отношение сигнал / взвешенный шум, дБ, не менее .	85
Номинальное выходное напряжение, В	1±0,1
Крутизна спада амплитудно-частотной характеристики ФВЧ с частотой среза 30±2 Гц, дБ/октаву	12±1

Прежде чем перейти к рассмотрению принципиальной схемы эквалайзера, полезно рассмотреть его функциональную схему (рис. 1).

Проследим работу устройства в трех положениях регуляторов амплитудно-частотных характеристик RP1—RP8:

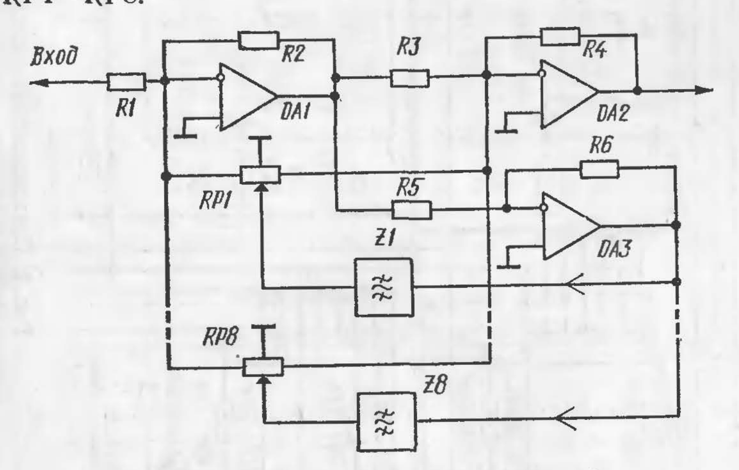


Рис. 1. Функциональная схема эквалайзера

1. Регуляторы RP1—RP8 находятся в крайнем левом по схеме положении.

В этом случае сигнал с выхода усилителя DA1 поступает на усилитель DA3 и далее на фильтры Z1—Z8. С выходов фильтров сигналы подаются на вход усили-

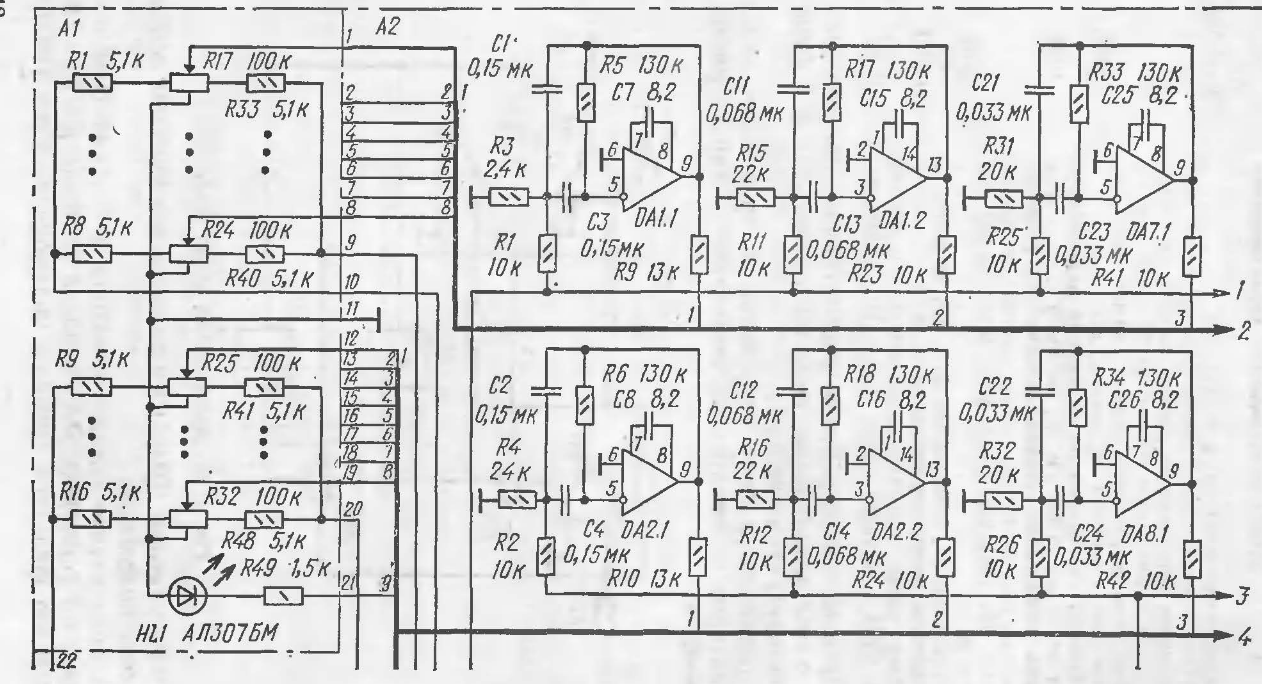
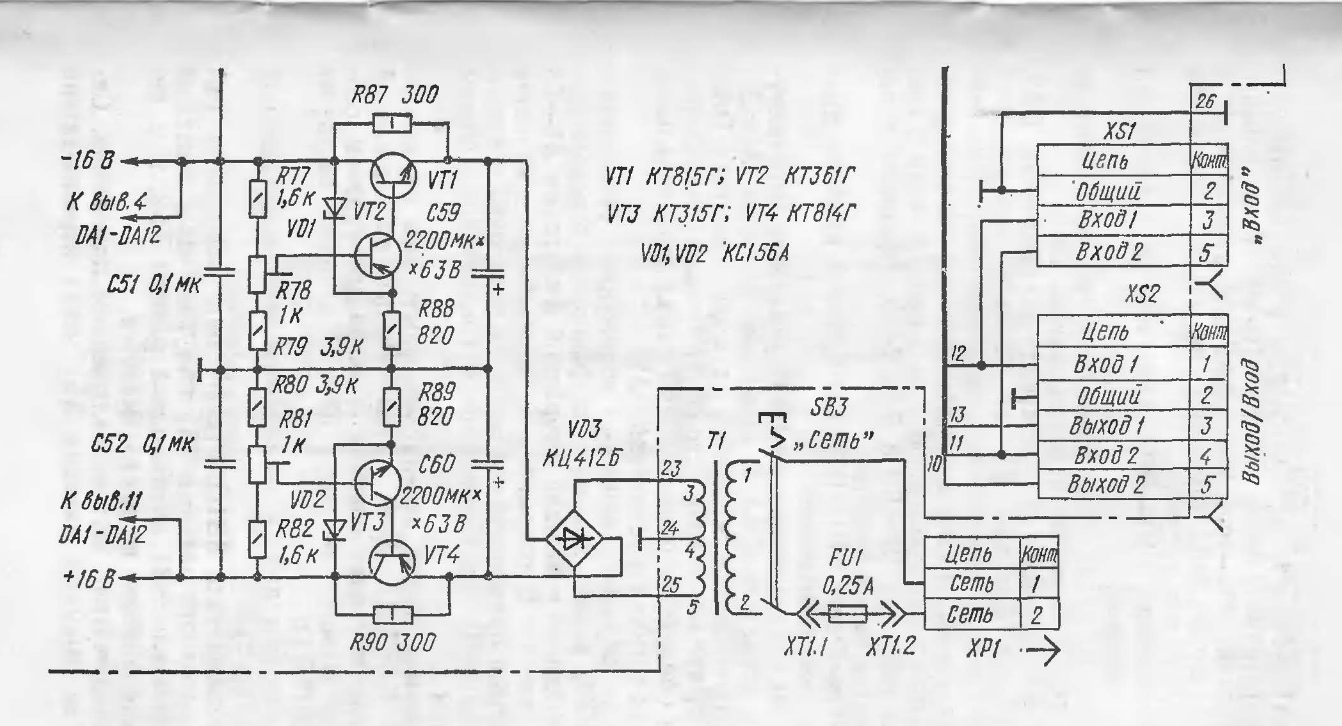


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема эквалайзера

C31 0,015мк R51 130к C35 8,2 R47 12к R43 10к C33 0,015мк DA7.2 R53 10к
C39 4700 R63 130к C43 8,2 R61 24к R57 10к C41 4700 DA9.1 R65 9,1к
C45 2200 R71 130к C42 8,2 R69 7,5к R67 10к C47 2200 DA9.2 R73 8,2к
C53 1000 R85 130к C57 8,2 R83 10к R75 10к C55 1000 DA11.1 R91 7,5к
C61 330 R97 130к C65 8,2 R95 16к R93 10к C63 330 DA11.2 R99 5,6к

C32 0,015мк R52 130к C36 8,2 R48 12к R44 10к C34 0,015мк DA8.2 R54 10к
C40 4700 R64 130к C44 8,2 R62 24к R58 10к C42 4700 DA10.1 R66 9,1к
C46 2200 R72 130к C43 8,2 R70 7,5к R68 10к C48 2200 DA10.2 R74 8,2к
C54 1000 R86 130к C58 8,2 R84 10к R76 10к C56 1000 DA12.1 R92 7,5к
C62 330 R98 130к C66 8,2 R96 16к R94 10к C64 330 DA12.2 R100 5,6к



теля DA1, образуя дополнительную петлю частотно-зависимой отрицательной обратной связи. В результате этого сигнал на выходе усилителя DA1 уменьшается и через усилитель DA2 поступает на выход устройства максимально ослабленным.

2. Регуляторы RP1—RP8 находятся в среднем по схеме положении.

Сигнал со входа устройства поступает на усилитель DA1, затем — на выход через усилитель DA2.

Сигнал поступает по-прежнему на усилитель DA3, а с него на фильтры Z1—Z8. Однако выходы этих фильтров теперь соединены через регуляторы RP1—RP3 с общим («земляным») проводом, поэтому на выход эквалайзера сигнал проходит без изменений в связи с тем, что при условиях R1=R2 и R3=R4 коэффициент передачи тракта равен единице.

3. Регуляторы RP1—RP8 находятся в крайнем правом по схеме положении.

В этом случае сигнал с выхода усилителя DA1 поступает на усилитель DA3 и затем на фильтры Z1—Z8. С фильтров сигнал поступает на вход усилителя DA2. В результате на выходе устройства сигнал усиливается, так как образуется параллельный канал дополнительной передачи сигнала в усилитель DA2.

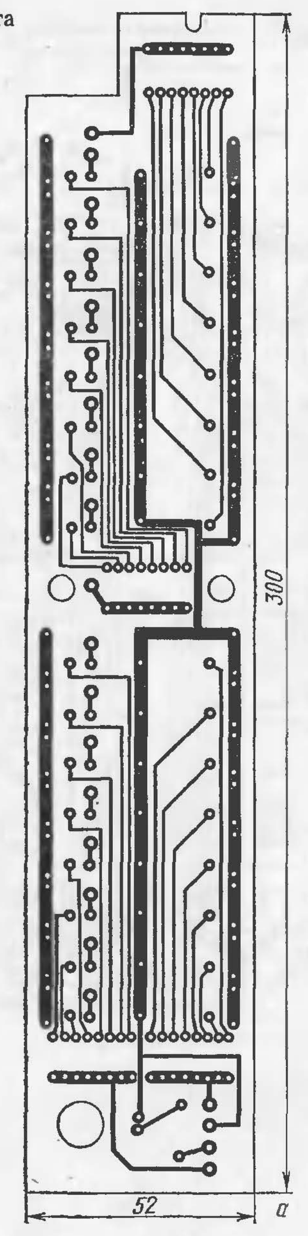
Таким образом, изменяя положение регуляторов RP1—RP8, можно изменять коэффициент передачи сигнала отдельно в каждой выбранной фильтрами Z1—Z8 полосе частот. В описываемом эквалайзере в качестве регуляторов применены ползунковые резисторы с дополнительным выводом средней точки, соединенной с общим проводом.

Активные звенья эквалайзера построены на микросхемах К157УД2. Этот двухканальный операционный усилитель обладает сравнительно малым уровнем собственных шумов — не более 1,6 мкВ в полосе частот от 20 до 20 000 Гц.

Рассмотрим работу эквалайзера по принципиальной схеме (рис. 2).

Переключатель SB1 в отключенном положении. Сигнал со входного разъема XS1 поступает через контакты переключателя SB1 на выходной разъем XS2, т. е. сигнал эквалайзером не обрабатывается.

Переключатель SB1 во включенном положении. Сигналы со входного разъема XS1 через переключатель



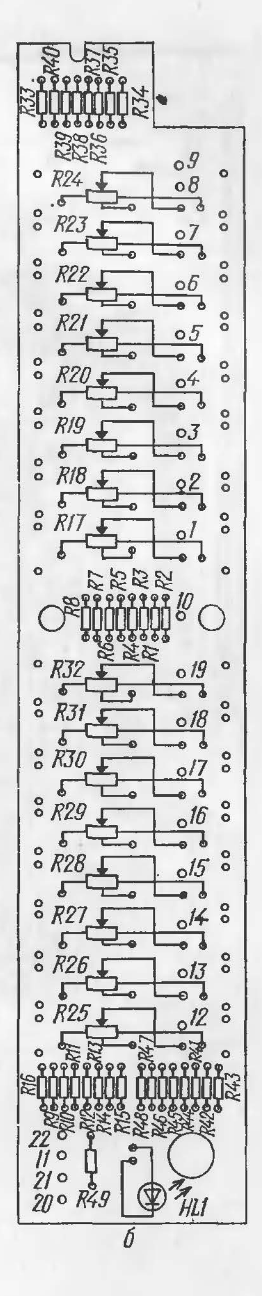
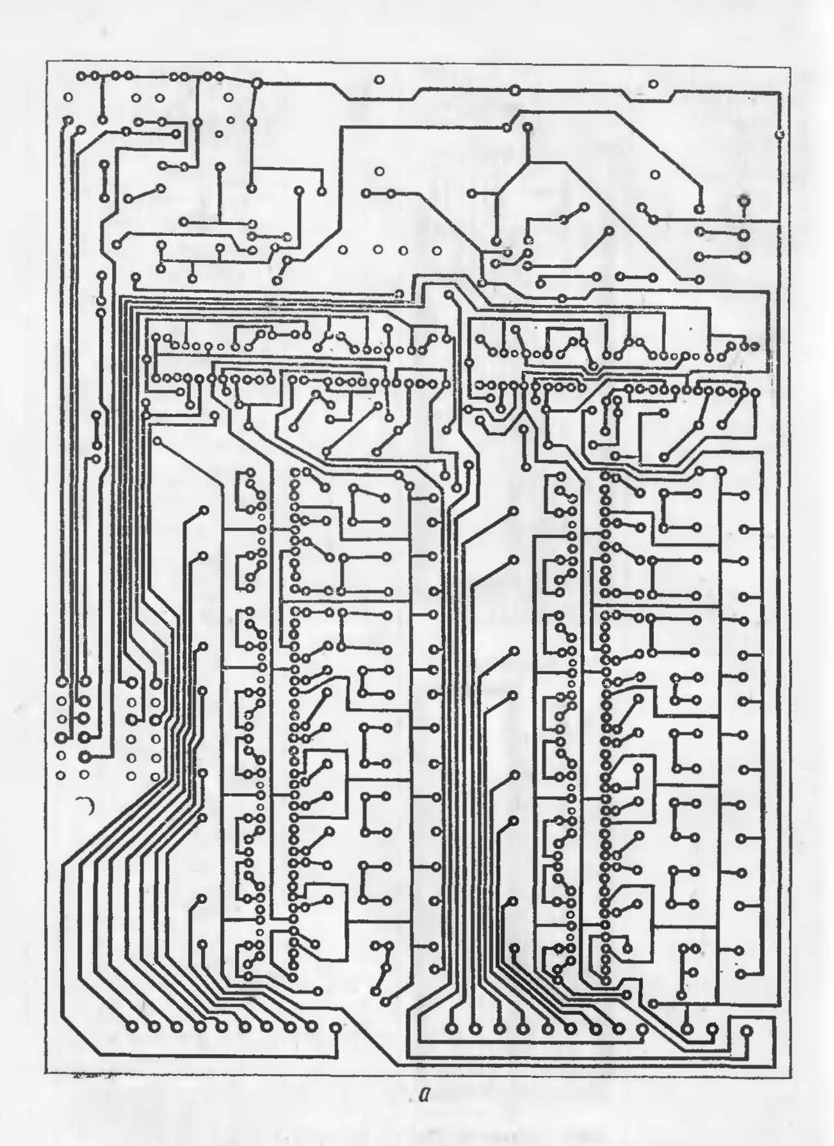
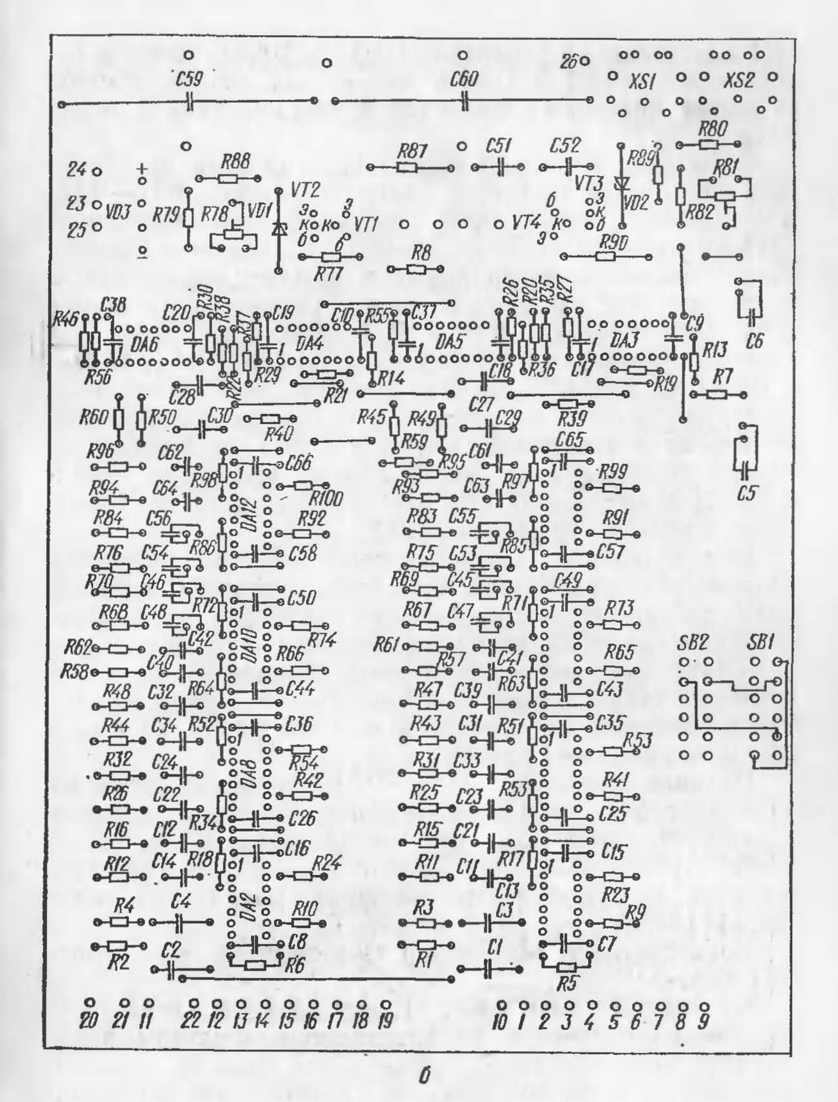


Рис. 3. Плата регуляторов:
а — вид со стороны печатных проводников;
б — вид со стороны установки деталей



а



б

Рис. 4. Плата фильтров:

а — вид со стороны печатных проводников; б — вид со стороны установки деталей

SB1 поступают на усилитель DA3.1 и DA4.1, затем — на усилители DA3.2 и DA4.2, далее — на входы восьми активных полосовых фильтров в каждом канале передачи.

С выходов фильтров сигнал поступает на регуляторы амплитудно-частотной характеристики R17—R32. В качестве регуляторов использованы резисторы СП3-23И-п-1-0,125-100кОм-А6-Ф-В. С целью создания более плавного регулирования амплитудно-частотной характеристики последовательно с регуляторами включены резисторы R1—R16 и R33—R48. Регуляторы соединены со входами усилителей DA3.1 и DA4.1, DA5.1 и DA6.1. Изменяя положение движков резисторов относительно среднего положения, регулируют коэффициенты передачи усилителей DA3.1 и DA4.1 на каждой из восьми установленных частот. Через усилители DA5.1 и DA6.1 и переключатель SB2 (ФВЧ) сигналы подводятся к выходному разъему XS2.

При включении переключателя SB2 на выходной разъем XS2 эквалайзера поступают сигналы с выходов ФВЧ, собранных на микросхемах DA5.2и DA6.2 и представляющих собой активные фильтры 2-го порядка с положительной обратной связью. Элементы фильтров выбраны таким образом, чтобы частота среза амплитудно-частотной характеристики была равна 30 Гц, а крутизна спада — 12 дБ на октаву.

Питание микросхем DA1—DA12 осуществляется от двухполярного стабилизированного источника питания с защитой, собранного на транзисторах VT1—VT4 и стабилитронах VD1, VD2. Транзисторы VT1 и VT4 установлены на П-образных пластинах-радиаторах площадью 10 см².

Конструктивно эквалайзер выполнен на двух печатных платах.

На первой плате (рис. 3) расположены регуляторы амплитудно-частотной характеристики. Фильтры эквалайзера расположены на другой плате (рис. 4), здесь же расположен источник питания. Силовой трансформатор крепится к боковой стенке корпуса эквалайзера.

В устройстве применен трансформатор ТС-6-1 с двумя вторичными обмотками. На передней панели эквалайзера размещают ручки регулировки амплитудно-частотной характеристики, для этого плата регуляторов крепится к передней панели.

Кнопки SA1, SA2, выключатель сети SB1 и индикатор включения сети также размещаются на передней панели. В качестве кнопок применены переключатели П2К. Индикатор выполнен на светодиоде АЛ307БМ, а выключатель сети — на ПКн41. На задней стенке эквалайзера размещают держатель предохранителя типа ДП-1ЦМ, а также разъемы «Вход» и «Выход/Вход» эквалайзера. Применяемые соединители ОНц-КГ-4-5/16-Р устанавливаются на плате фильтров.

К разъему «Выход/Вход» подсоединены вход и выход эквалайзера. Такая коммутация сигналов предусмотрена с целью создания удобства подключения эквалайзера к усилителям, имеющим совмещенный разъем «Выход предварительного усилителя» и «Вход усилителя мощности».

В качестве транзисторов VT1, VT2, VT3, VT4 применяются транзисторы соответственно КТ815Г, КТ361Г, КТ315Г и КТ814Г. Возможно применение транзисторов КТ815Б, КТ361Б, КТ315Б, КТ814Б. Стабилитроны VD1 и VD2 — серии КС156А.

Тип конденсаторов С51 и С52—К73-17 либо КМ-5. Конденсаторы С59, С60—К50-24. В качестве корректирующих конденсаторов операционных усилителей использованы КТ-1, возможно применение и других конденсаторов.

Конденсаторы активных фильтров: С1—С4, С11—С14, С21—С24, С31—С34, С39—С42—К73-9, С27—С30—К73-17, С45—С48, С53—С56, С61—С64—К10-7В.

Конденсаторы С5 и С6 — электролитические неполярные К50-6 или К50-16.

Резисторами R78 и R81 (СП3-38б) устанавливают напряжение питания эквалайзера равным ±16 В. Для выпрямления переменного напряжения служит диодный мост КЦ412Б. Все постоянные резисторы — типа МЛТ.

Правильно собранный эквалайзер работает без дополнительной настройки. Он прост в регулировке и доступен в изготовлении подготовленным радиолюбителям.

Литература

1. Касметлиев В. Многополосные регуляторы тембра на ОУ.— Радио, 1980, № 10, с. 27—29.
2. Галченков Л., Владимиров Ф. Пятиполосный активный...— Радио, 1982, № 7, с. 39—42.

АВТОЛЮБИТЕЛЯМ

УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ

П. Гацанюк

В последние годы электронные приборы находят все большее применение в автомобильном транспорте, в том числе и приборы электронного зажигания. Прогресс автомобильных карбюраторных двигателей неразрывно связан с их дальнейшим совершенствованием. Кроме того, сейчас к приборам зажигания предъявляются новые требования, направленные на радикальное повышение надежности, обеспечение топливной экономичности и экологической чистоты двигателя.

Существуют две системы устройств электронного зажигания — транзисторные и тринисторные. Сравнивая их между собой, можно отметить характерные преимущества и недостатки.

Транзисторные устройства проще и дешевле, обеспечивают большую длительность искрового разряда в свечах, достигающую 2,5...3 мс. Однако при сравнительно небольшой скорости нарастания высоковольтного напряжения на свечах эффективность работы их значительно падает от появления шунтирующих нагрузок, которые обусловлены дополнительными утечками тока, вызванными загрязнением электропроводки, самого распределителя, работающего под высоким напряжением, изоляторов свечей и нагара в них, а со временем и старения изолирующих деталей системы зажигания. Кроме того, транзисторные устройства требуют применения специальной катушки зажигания.

Тринисторные устройства несколько сложнее и позволяют получить высокую скорость нарастания высоковольтного напряжения на свечах, практически некритичны к шунтирующим нагрузкам. Ток утечки не влияет существенно на качество искрового разряда при крутом фронте его нарастания. Но, имея малую длительность искры, в лучших конструкциях — до 0,6 мс, тринисторные устройства также не обеспечивают эффективной работы двигателя в свете новых требований.

Тринисторная система зажигания принципиально отличается от транзисторной тем, что в ней энергия накапливается не в катушке зажигания, а в накопительном конденсаторе. Такой принцип действия позволяет в наибольшей степени устранить недостатки, присущие как классической контактной, так и транзисторной системам. Поэтому тринисторная система была взята за основу с целью доработки ее таким образом, чтобы увеличить длительность искрового разряда в свече до 1,1...1,3 мс, так как типичная для таких систем длительность 0,25 мс явно недостаточна для стабильной работы двигателя на разных режимах, полного сгорания топливной смеси и особенно для надежного пуска двигателя в зимнее время.

Как было установлено автором, на автомобиле ЗАЗ для надежного пуска двигателя в зимнее время длительность искрового разряда должна быть как минимум 0,8 мс с экспериментально измеренной амплитудой напряжения 1 В на сопротивлении 14 Ом в цепи свечи при минимальном напряжении бортовой сети 5...6 В, что обусловлено работой стартера. Эти условия были исходными для разработки усовершенствованного блока. Известно, что выпускаемые промышленностью тринисторные электронные устройства, имеющие длительность искрового разряда 0,25...0,6 мс, обеспечивают стабильную работу устройства при снижении напряжения питания до 8 В, что явно недостаточно для надежного пуска двигателя в зимнее время.

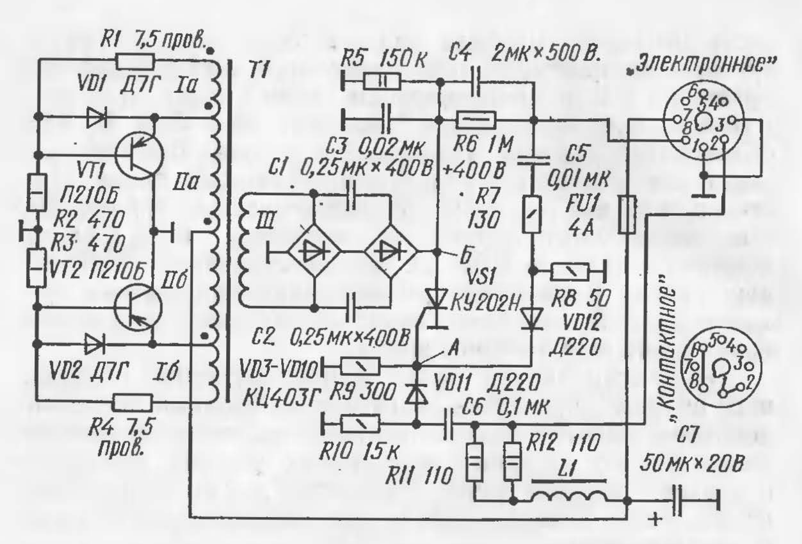
Технически задача была сформулирована следующим образом: при пуске двигателя необходимо подавать довольно мощную серию импульсов длительностью не менее 0,8 мс во время нахождения поршня цилиндра в верхней мертвой точке. Следовало также попытаться использовать этот принцип и для основного режима работы двигателя.

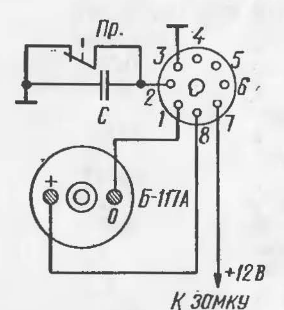
В результате разработки был создан блок тринисторного зажигания (БТЗ) со следующими параметрами:

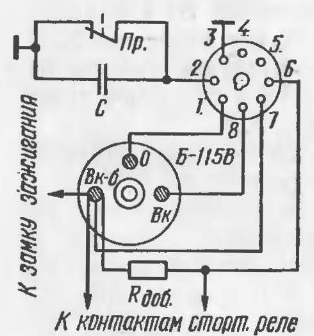
Напряжение питания, В	12±50 %
Начальный потребляемый ток, А	0,55
Максимальный потребляемый ток, А	2,2...2,5
Максимальная частота вращения 4-цилиндрового двигателя, об/мин	5000
Начальная амплитуда 1-го разрядного импульса на сопротивлении 14 Ом, В	3±0,2
Длительность искрового разряда в свече, мс .	1,1...1,3
Напряжение на накопительном конденсаторе, В	400
Нестабильность напряжения на накопительном конденсаторе при минимальной и максимальной частоте вращения, %	10
Рабочая частота генератора, Гц	800

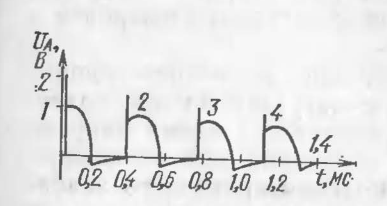
Принципиальная электрическая схема БТЗ приведена на рис. 1. Во многом она повторяет известные разработки, поэтому ниже приведено описание работы отличающихся узлов. Подключение БТЗ к системам зажигания автомобилей приведено на рис. 2, 3.

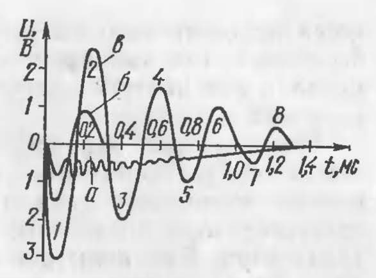
Основным отличием БТЗ является введение обратной связи на управляющий электрод тринистора VS1 через цепочку C5R7R8VD12, в результате чего за один цикл работы БТЗ на управляющий электрод подается не только импульс по цепи запуска от контактного прерывателя, как раньше, а пакет из 4...5 импульсов (рис. 4). В итоге после размыкания контактов прерывателя три-


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема блока тиристорного зажигания


Рис. 2. Подключение электронного блока на автомобилях ВАЗ


Рис. 3. Подключение электронного блока на автомобилях ЗАЗ и «Москвич»


Рис. 4. Осциллограмма импульсов на управляющем электроде тиристора


Рис. 5. Характер искрового разряда различных систем зажигания:

а — контактно-транзисторная система. Начальная амплитуда 0,7 В при 1000 об/мин; б — выпускаемый промышленностью тринисторный блок «Электроника»; в — усовершенствованный блок тринисторного зажигания

нистор дополнительно открывается соответственное число раз, обеспечивая тем самым более полную разрядку накопительного конденсатора C4 на первичную обмотку катушки зажигания, т. е. более полное использование запасенной энергии на создание разряда в искровом промежутке. Дополнительная серия искровых разрядных импульсов в свече после первых двух (импульсы 3...8 на рис. 5) образуется за счет накопленной от разрядки конденсатора C4 электромагнитной энергии в катушке зажигания при пробое искрового промежутка свечи и трансформации этой энергии в первичную обмотку с подзарядкой накопительного конденсатора. Эти же импульсы, воздействуя с уменьшающейся амплитудой через цепочку C5R7R8VD12 на управляющий электрод тринистора VS1, заставляют его открываться через каждые 150...200 мкс, что обеспечивает повторную разрядку накопительного конденсатора C4 на первичную обмотку. Так продолжается до тех пор, пока не израсходуется вся энергия, запасенная в катушке зажигания от первого разрядного импульса. Таким образом, добавлением цепочки C5R7R8 с диодом VD12 удалось увеличить длительность искрового разряда в свече до 1,3 мс. В известных разработках тринисторных систем обеспечено лишь частичное использование энергии, запасенной емкостным накопителем. Искровой разряд БТЗ имеет колебательный затухающий характер с изменением полярности полуволн. Такой характер разрядного про-

цесса положительно влияет на увеличение срока службы свечей, так как происходит равномерное выгорание металла как центрального, так и бокового электродов в искровом промежутке.

Многократное искрообразование в течение одного цикла создает дополнительную нагрузку на преобразователь постоянного тока и увеличивает время запуска автогенератора после срыва колебаний при включении тринистора. При испытании модернизированного заводского блока зажигания (типа «Электроника») напряжение на накопительном конденсаторе снижалось с 400 до 80 В на большой частоте вращения коленчатого вала двигателя. Такое устройство не могло нормально работать. С целью устранения этого недостатка был изготовлен более мощный преобразователь с удвоением выходного напряжения. Это схемное решение, являясь второй отличительной чертой усовершенствованного блока зажигания, привело к уменьшению времени пуска автогенератора с 1 до 0,25 мс, так как обеспечивалась более мягкая связь между тринисторным коммутатором и автогенератором. При неизменном напряжении питания устройство позволяет обеспечивать на минимальной и максимальной частоте вращения коленчатого вала двигателя довольно постоянное напряжение на накопительном конденсаторе C4, колеблющееся в пределах лишь 8...10 %. Напряжение на накопительном конденсаторе выбрано таким же, как и у заводского блока — 400 В при номинальном напряжении питания.

Элементы R5 и C3 в цепи высокого напряжения +400 В служат для сглаживания и стабилизации высокого напряжения на выходе выпрямителей, а также для уменьшения времени запуска автогенератора.

В связи с уменьшением количества витков вторичной обмотки трансформатора T1 в два раза увеличилась его надежность, так как напряжение на вторичной обмотке уменьшилось с 400 до 200 В.

Усовершенствованный таким образом блок обеспечивает значительное улучшение пуска двигателя в зимнее время, надежную работу на скоростях до 90...100 км/ч. На автомобиле ЗАЗ-968 был неоднократно проверен расход бензина на 100 км пробега. Экономия составила 7,2 %. Наряду с установкой БТЗ был также увеличен зазор в свечах до 1,5 мм, а положение регулятора качества смеси для ее обеднения было изменено с 1,5...2,0 оборотов (720°) до 180...200° от своего начального полностью закрученного положения.

Выясняя причины плохого пуска двигателя в зимнее время, было обнаружено следующее: при падении напряжения в бортсети автомобиля до 5...6 В во время работы стартера БТЗ, как и другие блоки зажигания, не обеспечивал стабильной подачи искры в цилиндры. Причиной тому оказалось следующее: при таком значительном снижении напряжения питания амплитуда управляющих импульсов, которые поступают в т.А при размыкании контактов прерывателя (рис. 1), оказывается недостаточной для надежного запуска тринистора VS1, становясь соизмеримой с уровнем помех от работающего стартера и транзисторного автогенератора. Это вызывает пропуски искрообразования. Используемый фильтр L1C7 выполняет две функции. Основная из них: после размыкания прерывателя в обмотке дросселя L1 за счет накопленной магнитной энергии возникают затухающие колебания из-за переходного процесса, по принципу равносильного тому, как это происходит в классической батарейной системе зажигания. Амплитуда этих колебаний в зависимости от индуктивности дросселя L1 может достигать нескольких десятков вольт. Положительные полуволны колебаний длительностью до 10...15 мкс через диод VD11 накладываются на передние фронты основных импульсов и обеспечивают надежный запуск тринистора VS1 (в описываемом устройстве их амплитуда составляла 7...9 В).

Второе назначение фильтра L1C7 — уменьшение влияния помех от работы стартера и транзисторного автогенератора на пусковую цепь тринистора.

К о н с т р у к т и в н о БТЗ может быть выполнен в двух модификациях: в виде объемного модуля с расположением деталей на платах с монтажными лепестками или изготовлением общей печатной платы блока, одновременно являющейся и несущей конструкцией. По мнению автора, для индивидуального изготовления проще первый вариант, так как платы с монтажными лепестками могут быть использованы от старых, отслуживших свой срок радиоприборов. В качестве разъема для подключения БТЗ к бортсети автомобиля подойдут панельки и цоколи от старых радиоламп. Переход от электронного зажигания на обычное (контактное) производится простой перестановкой разъема — цоколя из одной па-

нельки в другую (см. рис. 1). В БТЗ использованы резисторы типа МЛТ, кроме проволочных R1 и R4, которые намотаны на каркасах резисторов типа ВС-0,5. В качестве накопительного конденсатора C4 использованы два конденсатора МБГ на 1 мкФ, 500 В.

Выпрямительный сдвоенный диодный блок КЦ-403Б может быть заменен диодами, например МД218, но это несколько увеличит размеры устройства из-за монтажа восьми диодов. В таком случае лучше использовать диоды КД105В.

Конденсатор C5 должен быть высокого качества, герметизированным, рассчитанным на напряжение не менее 1000 В, например КБГ-М2. В качестве дросселя L1 можно использовать вторичную обмотку малогабаритного выходного трансформатора транзисторных радиоприемников ВЭФ, «Альпинист» и др. Индуктивность дросселя составляет 0,07...0,1 Гн.

Трансформатор T1 должен быть выполнен на кольцевом сердечнике из феррита марки 2000 НМ типоразмера К45×28×12, составленном из двух колец, или на Ш-образном ферритовом сердечнике Ш12×15, составленном из двух половин без зазора. Использование трансформаторного железа исключается.

Данные обмоток (в порядке их намотки):

III — 500+50+50 витков (с отводами проводом ПЭЛШО 0,23 в случае тороида (кольца). Для Ш-образного сердечника можно использовать провод ПЭВ-1 0,23. Намотку вести с межслойной изоляцией из кабельной или конденсаторной бумаги;

IIа+IIб — 35+35 витков проводом ПЭЛШО-0,75 (намотка в два провода) в случае тороида, а для Ш-образного сердечника — ПЭВ-1 0,75;

Iа+Iб — 11+11 витков проводом ПЭЛШО-0,28 (намотка в два провода) для обоих сердечников.

Транзисторы П210А...Г желательно подобрать в паре, т. е. с равными или по возможности близкими значениями обратных токов коллекторных переходов и коэффициентов усиления по току. Транзисторы установлены на унифицированных радиаторах по ТУ.8.650.022.

Настройка. Правильно собранный блок БТЗ обычно в дополнительной наладке не нуждается. Если же после сборки и проверки правильности монтажа блок не будет нормально работать, то основными причинами могут быть следующие:

если устройство зажигания переходит в режим непрерывной генерации искр и не управляется контактами прерывателя, то либо в нем применен тринистор с низким напряжением переключения, либо пробит диод VD11;

если отсутствует генерация преобразователя напряжения при заведомо исправных транзисторах, необходимо проверить правильность (полярность) подключения базовых обмоток трансформатора;

если работа преобразователя сопровождается хриплым или шипящим звуком, надо проверить диоды выпрямителя и правильность их включения, а затем транзисторов. Причиной большой нагрузки на преобразователь может быть также неисправность накопительного конденсатора C4. В случае исправности тринистора надо убедиться в отсутствии замыкания его корпуса на общую (минусовую) шину устройства. Необходимо помнить, что корпус тринистора является анодом и в рабочем состоянии всегда будет находиться под высоким напряжением +400 В.

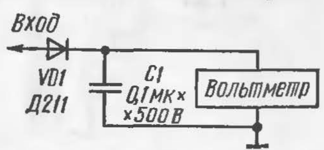


Рис. 6. Измерение напряжения на накопительном конденсаторе

При проверке устройства зажигания вне автомобиля на стенде следует обязательно соединить корпус катушки зажигания с корпусом электронного блока (общая минусовая шина), так как в противном случае может произойти пробой катушки и повреждение деталей электронного блока.

Необходимо помнить, что напряжение на выходе катушки зажигания значительно более высокое, чем в обычной системе зажигания, поэтому надо соблюдать осторожность и правила техники безопасности.

Перед установкой устройства на автомобиль желательно проверить его работоспособность с катушкой зажигания при напряжении питания 12,6 В от аккумулятора. При этом следует помнить, что без подключенной свечи к высоковольтному выходу катушки зажигания нельзя испытывать устройство, так как это грозит выходом катушки из строя. Напряжение на накопительном конденсаторе проверяют в контрольной точке Б относительно корпуса блока (общей минусовой шины). Оно должно быть равно 400±20 В.

В случае бо́льшего отклонения напряжения следует переключить выводы вторичной обмотки трансформатора. Схема измерения напряжения на конденсаторе С4 приведена на рис. 6.

Желательно также убедиться, работает ли дополнительная цепочка C5R7R8VD12. Для этого ее вначале отключают. При имитации работы прерывателя искра просматривается в виде одной тонкой жилки толщиной до 0,2 мм с параметрами искрового разряда по рис. 5, где длительность импульсов 1—2 составляет около 0,4 мс. С подключением цепочки искра становится более яркой и широкой, видно много искровых разрядов в прямом и обратном направлениях — так называемая «мохнатая» искра.

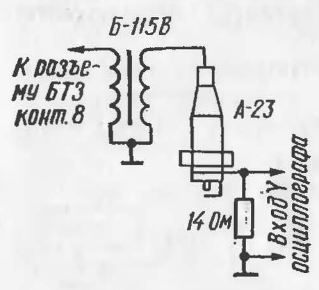


Рис. 7. Измерение параметров искрового разряда

Измерение амплитуды и длительности выходного импульса. Этот параметр блока является основным, определяющим его эффективность. Большинство авторов, представивших свои конструкции в технических изданиях за период 1976—1983 гг., не приводили данных о длительности искрового разряда, его характере, а также о схеме и методике его измерения.

Для измерения необходим генератор импульсов управления с регулируемой частотой следования в пределах 200 Гц. При отсутствии его потребуется автономный распределитель зажигания, вращаемый электродвигателем постоянного тока с переходной муфтой. Электродвигатель запитывают от зарядного устройства через реостат, для того чтобы регулировать скорость вращения валика распределителя.

Схема измерения параметров разряда представлена на рис. 7. Выбор измерительного сопротивления продиктован удобством масштаба отсчета и рассмотрения осциллограммы, а также соображениями техники безопасности. Зазор искрового промежутка свечи — не менее 1,5 мм.

Для реальной оценки длительности искрового разряда с учетом компрессии двигателя были проведены дополнительные измерения на разряднике с зазором 7 мм и на работающем двигателе, когда на вход осциллографа подавался сигнал с трех витков изолированного провода, намотанного на высоковольтный провод первого цилиндра. Результаты измерений примерно совпали. На режиме холостого хода двигателя длительность искрового разряда, равная 1,3 мс, сохраняется. На бо́льшей частоте вращения коленчатого вала двигателя остается шесть импульсов с длительностью 1,1 мс, а напряжение на накопительном конденсаторе уменьшается с 400 до 350 В. Амплитуда разрядных импульсов уменьшилась также на 10 %.

Автор имел возможность проверить БТЗ на стенде при частоте вращения валика распределителя до 720 об/мин с подключенным разрядником с зазором 7 мм. Длительность искрового разряда при этом уменьшалась до 1,0 мс, напряжение на накопительном конденсаторе снижалось до 320 В, а амплитуда разрядных импульсов падала на 25 %.

Для сравнения усовершенствованного блока БТЗ с другими известными устройствами были сняты осциллограммы характера искрового разряда на одном и том же сопротивлении в цепи свечи, равном 14 Ом. На рис. 5 они изображены с соблюдением масштаба амплитуд и длительности искры.

З а к л ю ч е н и е. Предлагаемая модификация БТЗ была собрана в виде макетного образца и испытана в 1984—1985 гг. на автомобилях ЗАЗ, «Москвич-412», ВАЗ-2101. В общей сложности пройдено 15 000 км без каких-либо замечаний и отказов в работе. Блок зажигания в автомобиле ЗАЗ располагается в салоне за задним сиденьем на подставке для улучшения его охлаждения. Размещать его в моторном отсеке не следует из-за высокой температуры в летнее время, а также большой запыленности. В автомобилях «Жигули» и «Москвич» блок может быть укреплен под приборным щитком или в другом более удобном месте. Жгут, соединяющий БТЗ с системой зажигания автомобиля, может быть длиной до 1,5 м. На передней панели блока имеются гнезда под штепсельную вилку, куда выведено напряжение +210 В от первого выпрямительного мостика (до удвоения) для пользования в пути электробритвой типа «Харьков» или другой с коллекторным приводом.

Были проведены измерения содержания СО в выхлопных газах двигателя ЗАЗ с контактной системой

зажигания и с блоком БТЗ. С контактной системой после оптимальной подрегулировки карбюратора содержание СО составило 3,3 %. При работе двигателя с блоком БТЗ и выполненных регулировках карбюратора согласно приведенной выше рекомендации с зазором в свечах 1,5 мм содержание СО составило 2,1 %.

ЭЛЕКТРОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ БЕНЗИНОВЫМ ОТОПИТЕЛЕМ

А. Дорошенко

Бензиновые отопительные установки широко применяются на автотранспорте из-за таких положительных свойств, как автономность работы, высокая теплопроизводительность и др. Однако бензиновый отопитель автомобиля «Запорожец» имеет существенные недостатки, снижающие его эксплуатационные качества: значительное, до 20 А, потребление тока от аккумуляторной батареи в процессе розжига; большое время розжига, доходящее до 2...3 мин; малая эксплуатационная надежность температурного переключателя, состоящего из кварцевого стержня в стальной трубке и микропереключателя; значительный промежуток времени (до 5 мин), необходимый для повторного розжига отопителя; постоянная (максимальная) теплопроизводительность установки, что создает некомфортные условия в салоне автомобиля при небольших отрицательных температурах наружного воздуха и вызывает необходимость осуществлять приток в салон холодного наружного воздуха, что снижает экономичность отопительной установки в целом.

Предлагается электронное устройство управления бензиновым отопителем, которое позволяет регулировать температуру теплого воздуха, выходящего из отопителя, в диапазоне от 25 °С до максимальной 80...100 °С. При небольшой температуре нагретого воздуха отопитель потребляет бензина в 2...3 раза меньше, чем обычно. Кроме того, сила потребляемого тока в режиме розжига снижена в 7...8 раз и не превышает 2,5...3 А.

Принципиальная схема блока управления отопителем приведена на рис. 1. Его можно условно разбить на три части: узел электроискрового розжига, узел индикации и устройство поддержания заданной температуры. Рассмотрим их в указанной последовательности.

Узел электроискрового розжига включает в себя мультивибратор на микросхеме DD1 (элементы DD1.3 и DD1.4), ключевые каскады на транзисторах VT4 и

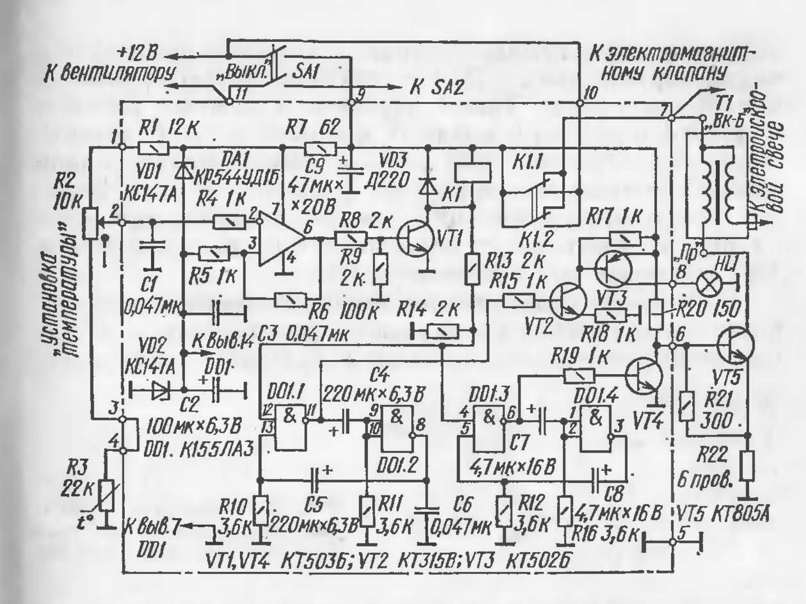


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема блока управления отопителем

VT5 и высоковольтный трансформатор (бобину) Т1. Мультивибратор вырабатывает сигнал с частотой около 40 Гц, причем генерация происходит при подаче на вход 4 элемента DD1.3 уровня логической 1. Этот сигнал подается на ключевые каскады VT4, VT5, а затем на высоковольтный трансформатор Т1 (бобину), к вторичной обмотке которого подключена электроискровая свеча. Поскольку свеча работает при нормальном атмосферном давлении, высокое напряжение может быть уменьшено по сравнению с его величиной на свечах зажигания двигателя. Это достигается введением резистора R22, ограничивающего ток в первичной обмотке высоковольтного трансформатора. Одновременно уменьшается и импульсное напряжение на коллекторе транзистора VT5, что позволяет отказаться от установки ограничивающего стабилитрона параллельно переходу коллектор — эмиттер транзистора VT5.

Узел индикации состоит из мультивибратора на элементах DD1.1, DD1.2, ключевых каскадов на транзисторах VT2, VT3 и индикаторной лампы HL1. При подаче уровня логической 1 на вход 12 элемента DD1.1 мульти-

вибратор вырабатывает сигнал с частотой около 1 Гц, индикаторная лампа HL1 — штатная, установленная в приборном щитке. Таким образом, в режиме розжига индикаторная лампа мигает с частотой 1 Гц. В автомобилях ЗАЗ-965, 966, 968 второй вывод индикаторной лампы соединен не с корпусом, а с шиной +12 В. Вариант схемы узла индикации для этого случая приведен на рис. 2. Здесь отсутствует инвертор на транзисторе VT2 и изменен тип транзистора VT3.

Устройство поддержания заданной температуры работает по принципу позиционного регулирования. В качестве чувствительного элемента применен терморезис-

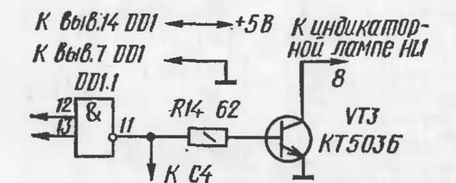


Рис. 2. Схема узла индикации для автомобилей типа ЗАЗ-965, ЗАЗ-966, ЗАЗ-968

тор типа КМТ-4, который установлен в потоке теплого воздуха, выходящего из отопителя. Терморезистор R3 вместе с резисторами R1 и R2 образуют делитель напряжения. Потенциал, снимаемый с него, подается на «сигнальный» вход 2 компаратора DA1. На неинвертирующий вход 3 компаратора подано стабильное напряжение, составляющее половину питающего напряжения и снимаемое со средней точки соединения двух стабилитронов VD1, VD2, которые также стабилизируют напряжение питания компаратора DA1. В режиме розжига и разогрева отопителя сопротивление терморезистора R3 велико, и на инвертирующем входе 2 компаратора DA1 напряжение больше, чем на входе 3 во всех положениях движка резистора R2. В этом случае на выходе 6 компаратора присутствует низкий потенциал. На транзисторе VT1 выполнен ключевой каскад, нагрузкой его является реле K1. Когда транзистор VT1 закрыт, на его коллекторе присутствует высокий потенциал. С делителя R13, R14 уровень логической 1 подается на входы 12 и 4 элементов DD1.1 и DD1.3 соответственно. Как было описано ранее, при этом работают узлы розжига и индикации. По мере разогрева воздуха, выходящего из отопителя, сопротивление терморезистора R3 уменьшается, что приводит к понижению потенциала, снимае-

мого с делителя R1, R2, R3 и поступающего на вход 2 компаратора DA1. В момент равенства потенциалов входов 2 и 3 состояние компаратора изменяется. Этот момент зависит, конечно, от положения движка резистора R2 установки температуры: чем ближе движок к верхнему по схеме выводу R2, тем при меньшем сопротивлении терморезистора (а значит, и при более высокой температуре нагретого воздуха) это произойдет. При появлении на выходе 6 компаратора DA1 высокого потенциала срабатывает (через ключевой каскад) реле K1. Одновременно уровень логического 0 поступает на входы 12 и 4 элементов DD1.1 и DD1.3 соответственно. Это приведет к прекращению работы узла розжига (транзистор VT5 остается закрытым) и узла индикации (индикаторная лампа горит непрерывно). Контакты K1.1, K1.2 реле размыкаются, закрывшийся электромагнитный клапан прекращает поступление бензина в отопитель, и спустя некоторое время горение в отопителе прекращается. Происходит остывание отопителя, при этом возрастает сопротивление терморезистора R3 и соответственно потенциал на входе 2 компаратора DA1. Когда этот потенциал превысит половину напряжения питания компаратора, последний изменит свое состояние на первоначальное, и вновь начнется режим розжига и разогрева. За счет инерционности процессов разогрева и остывания (а розжиг обычно происходит в первые 10... 15 с после подачи топлива в отопитель) температуры начала разогрева и начала остывания, соответствующие моментам изменения состояния компаратора, разнятся на 8...10 °С. Однако средняя температура нагретого воздуха остается практически неизменной. При нагревании воздуха до невысоких температур, например до 30... 40 °С, укорачиваются фазы розжига и разогрева, за счет чего расход бензина снижается до 150...200 г/ч против 350...400 г/ч в режиме непрерывного горения (штатном). Когда необходимо выключить отопитель, поворачивают ручку на оси резистора R2 установки температуры до размыкания выключателя SA1, спаренного с ним. При таком положении движка резистора R2 потенциал на входе 2 компаратора DA1 обязательно окажется ниже потенциала на входе 3 компаратора. Вследствие этого компаратор DA1 перейдет в состояние высокого потенциала на его выходе 6, и реле K1 сработает, что будет соответствовать прекращению горения и остыванию

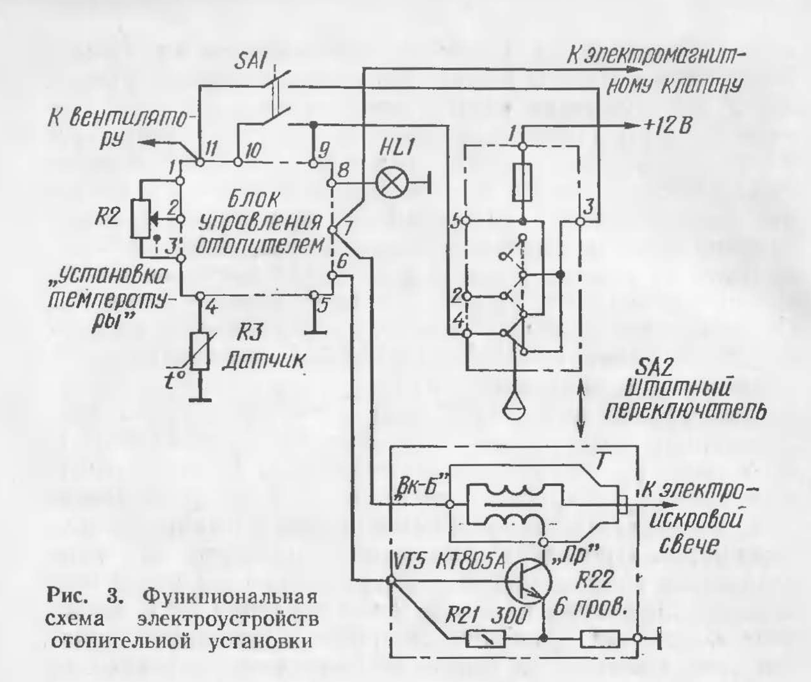
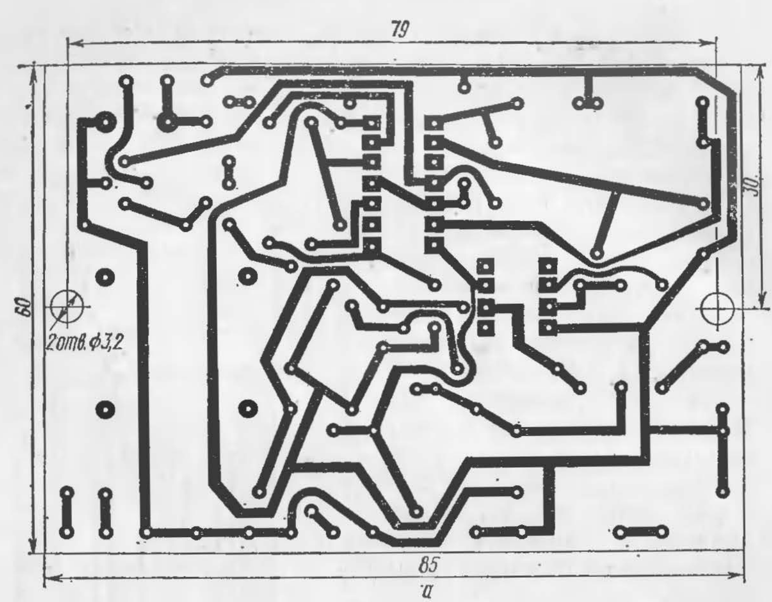


Рис. 3. Функциональная схема электроустройств отопительной установки

отопителя независимо от режима, который предшествовал выключению отопителя. Реле К1 своими замкнувшимися контактами блокирует контакты выключателя SA1.1, и напряжение питания продолжает поступать на блок управления отопителем. На рис. 3 приведена функциональная схема электроустройства отопительной установки, из которой видно, что в рассматриваемый момент времени отключена цепь питания электромагнитного клапана, подача бензина в отопитель прекращена, но продолжает работать вентилятор, осуществляя продувку отопителя от сгоревших газов. При температуре воздуха, выходящего из отопителя, около 20 °С компаратор DA1 вновь изменит свое состояние, реле К1 выключится и своими нормально разомкнутыми контактами разорвет цепи питания блока управления и вентилятора. Как видно из функциональной схемы рис. 3, штатный переключатель SA2 находится постоянно включенным во второе положение, и все управление отопителем производится только с помощью переключателя SA1. Однако иногда может возникнуть ситуация, когда случайно включат и тут же выключат отопитель. При этом произойдет подача топлива в камеру сгорания отопителя и возможен даже его запуск. Но продувки камеры сгорания при выключении SA1 не произойдет, так как воздух, выходящий из отопителя, еще не нагрелся. В такой ситуации необходимо перевести штатный переключатель SA2 в положение «1» и снова включить SA1. При этом питание будет поступать только на вентилятор, и после минутной продувки в «ручном» режиме выключатель SA1 можно выключить, а переключатель SA2 снова перевести в положение «2». В теплое время года рекомендуется постоянно переводить переключатель SA2 в положение «1», тогда вентилятором можно будет пользоваться для обдува холодным воздухом лобового стекла или салона. Управление и в этом случае производится выключателем SA1, но регулировка температуры резистором R2 уже не действует.

Рис. 4. Арматура электроискровой свечи

Детали. Самодельными деталями являются арматура электроискровой свечи и резистор R22. В устройстве можно использовать любую автомобильную или мотоциклетную свечу зажигания, однако предпочтение следует отдать свечам с длинным тепловым конусом. Доработка самой свечи сводится к извлечению керамического стержня свечи с центральным электродом из ее штатной арматуры (резьбовой части с боковым электродом). Для этого при помощи ножовки аккуратно распиливают металлическую арматуру вдоль оси свечи до керамики в двух диаметрально противоположных местах, разнимают арматуру и извлекают керамическую часть свечи с центральным электродом. Затем необходимо изготовить новую арматуру, чертеж которой приведен на рис. 4. Материал можно применить любой: сталь, дюралюминий, латунь. Продольные пазы юбки



новой арматуры делают также ножовкой, причем заусенцы с внутренней стороны удалять не следует, так как они улучшают искрообразование между центральным электродом керамической вставки и внутренней поверхностью арматуры.

Резистор R22 наматывают на корпусе резистора типа ВС-1 нихромовым проводом диаметром 0,4...0,4 мм. Транзистор VT5 (через слюдяную прокладку), резистор R22 на изолированных стойках и катушка зажигания T1 размещены на специальной пластине из дюралюминия возле отопителя. Изготавливается она по месту, и чертеж ее здесь не приводится. Остальная часть блока управления размещена на печатной плате размером 85×60 мм, чертеж которой приведен на рис. 5.

Автор использовал следующие радиодетали: резисторы МЛТ-0,25 (R20—МЛТ-1), конденсаторы типов К52-1, КМ-5, переменный резистор типа СПЗ-30. Возможна замена микросхемы DA1 другим операционным усилителем, удовлетворительно работающим при напряжении питания ±5 В и имеющим коэффициент усиления при этом не менее нескольких тысяч, например К140УД6, К140УД8, К284УД1 и др. В качестве реле К1 можно применить РЭС-9 с паспортом РС4.524.202, а также и

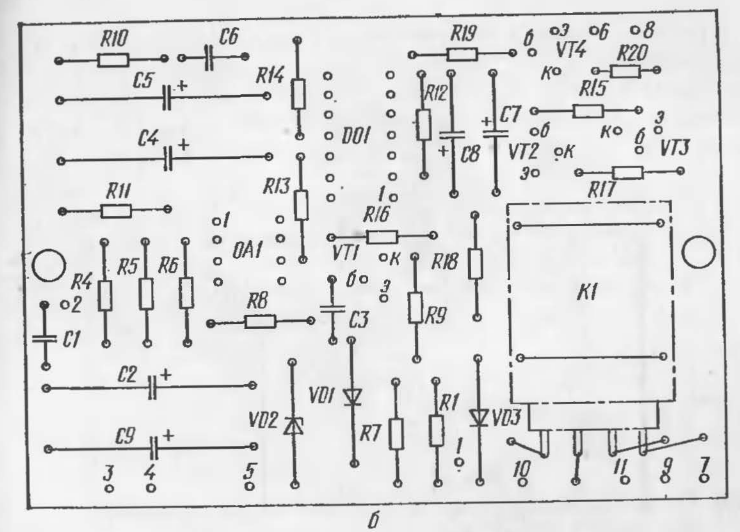


Рис. 5. Печатная плата блока управления:
а — вид со стороны печатных проводников; б — вид со стороны установки деталей

другие типы реле, имеющие обмотку с сопротивлением 80...200 Ом и напряжение срабатывания не более 10 В. Контактная группа реле должна быть рассчитана на коммутацию тока 3...4 А. Не следует применять конденсаторы типа К50-6, как имеющие низкие надежность и морозостойкость. Катушку зажигания можно использовать любую автомобильную или мотоциклетную: Б1, Б7, Б115, Б300 и др.

Правильно собранное устройство в налаживании не нуждается. Однако следует учесть, что сопротивления резисторов R1, R2, R3 взаимосвязаны. Поэтому если применяется терморезистор R3 с другим сопротивлением, то необходимо изменить и сопротивление резисторов R1 и R2. Для этого следует определить сопротивления терморезистора при 20 °С и при 100 °С по графикам, таблицам или экспериментально, а затем рассчитать значения R1 и R2 по формулам

$$R1 = \frac{R3' + R3''}{2};$$

$$R2 = R3' - R1,$$

где R3′ и R3″ — сопротивления терморезистора при 20 °С и 100° С соответственно.

Печатная плата по рис. 5 крепится вертикально на специальном кронштейне, чертеж развертки которого приведен на рис. 6. На этом же кронштейне в нижнем отверстии крепится штатный переключатель SA2 осью вниз, а в переднем отверстии — резистор R2 установки

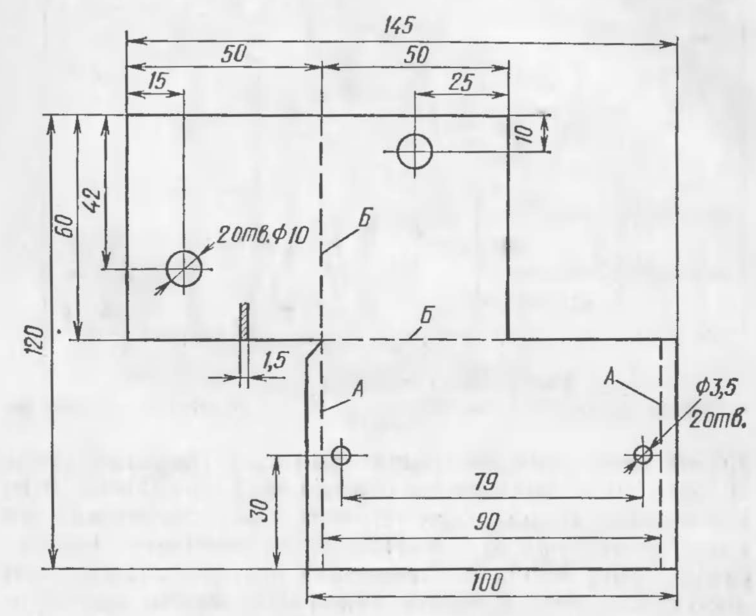


Рис. 6. Кронштейн (развертка)

температуры (рис. 7). Гайкой крепления этого резистора кронштейн крепится под приборным щитком автомобиля в отверстии для штатного переключателя SA2. Терморезистор крепится к специальному держателю (рис. 8), который располагается в потоке воздуха, выходящего из отопителя, между направляющим пластмассовым раструбом и корпусом автомобиля. Держатель закреплен винтами крепления раструба, причем один из выводов терморезистора необходимо соединить с винтом крепления раструба. Электроискровая свеча, вставленная в новую арматуру, размещается в отверстии для прежней свечи накаливания с использованием медной прокладки. Закрепляется свеча гайкой от прежней свечи. Высоковольтный вывод свечи соединяется отрезком высоковольтного провода с соответствующим выводом

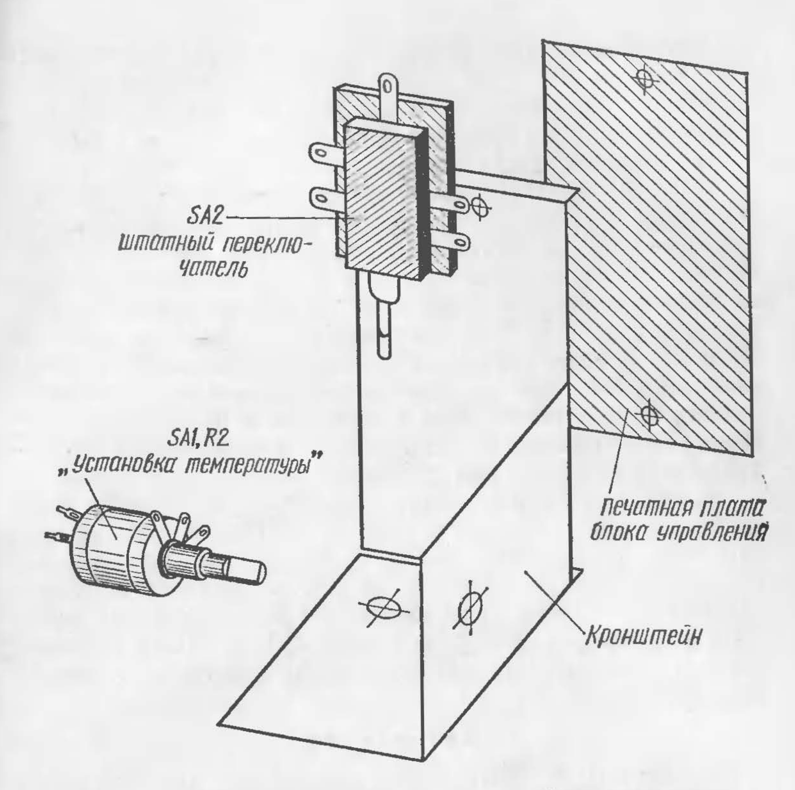


Рис. 7. Расположение платы и элементов блока управления на кронштейне

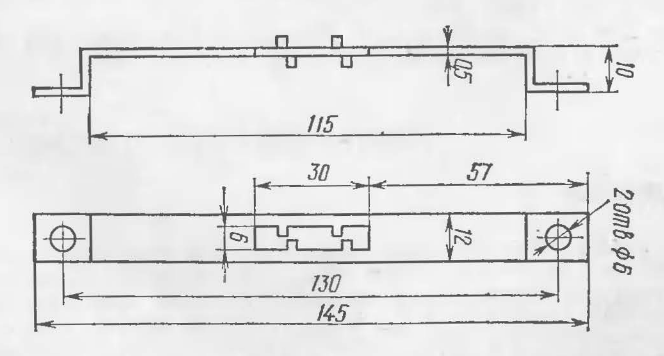


Рис. 8. Держатель датчика

катушки зажигания. В качестве проводника, соединяющего транзистор VT5 с блоком управления, можно использовать существующий провод, идущий от микропереключателя к индикаторной лампе.

В заключение два замечания:

1. Если при установке ручки на оси резистора R2 в крайнее правое положение не происходит переключения отопителя в режим остывания более чем через 15... 25 мин после включения, то это значит, что отопитель не может развить в данных условиях ту максимальную температуру, что была заложена при расчете величин R1 и R2. В этом случае надо несколько повернуть ручку резистора R2 обратно до момента прекращения мигания индикаторной лампы. Это положение и будет соответствовать максимальной температуре нагреваемого отопителем воздуха в данных условиях.

2. Так как предлагаемое устройство использует многократно повторяющийся запуск отопителя, для гарантии этого необходимо перед началом холодного сезона уделить внимание надежности работы устройств отопительной установки (регулятору расхода бензина, электромагнитному клапану, бензонасосу), а также снимать нагар с арматуры и с центрального электрода электроискровой свечи.

Литература

1. Нестеренко Б. К. Интегральные операционные усилители.— М.: Энергоиздат, 1982.
2. Справочник по полупроводниковым диодам, транзисторам и интегральным схемам / Под ред. Н. Н. Горюнова.— М.: Энергия, 1976.
3. Интегральные схемы: Справочник / Под ред. Б. В. Тарабрина.— М.: Радио и связь, 1983.
4. Якушев В. А., Косиков А. И. Электронные устройства для автомобиля и мотоцикла.— М.: ДОСААФ, 1977.

ЭЛЕКТРОННЫЙ АВТОСТОРОЖ

М. Данилов

Предлагаемый автосторож (противоугонное устройство) предназначен для установки на автомобилях с минусом аккумулятора на «массе» и имеющих реле включения звуковых сигналов и фар. Автосторож подключают к контактам кнопочных выключателей ламп освещения салона, а также кнопочных выключателей, установленных под капотом или в багажнике. При всякой попытке открытия любой

из дверей автомобиля, а также капота или крышки багажника автосторож включает звуковой сигнал и фары.

Предусмотрена задержка времени включения звукового сигнала, действующая только на дверь водителя. Задержка позволяет водителю войти в салон автомобиля и выключить автосторож. Для включения автосторожа достаточно открыть дверь водителя и нажать специальную кнопку. После закрытия двери автосторож автоматически переключится в режим охраны. Такой метод включения, несомненно, удобнее задержки времени при выходе, так как водителю не надо торопиться выйти из автомобиля после включения противоугонного устройства.

Автосторож управляется дистанционным переключателем (поляризованным реле), для его включения не нужен потайной тумблер. Достаточно установить в салоне разъем, ответная часть которого с соответствующей «начинкой» будет храниться у водителя. В салоне автомобиля также устанавливается светодиод, мигающий при включении устройства и свидетельствующий о том, что автомобиль находится под охраной.

Автосторож работает следующим образом.

После открытия двери водителя через 7...8 с включается звуковой сигнал, а также ближний или дальний (по желанию владельца) свет фар. В течение 13...15 с сигнал звучит непрерывно, после чего переходит на прерывистый режим. Фары работают синхронно с сигналом. При попытке открытия любой другой двери, капота или крышки багажника сигнал включается немедленно и звучит непрерывно в течение 20...22 с, после чего начинает звучать прерывисто.

В устройстве исключена возможность ложного срабатывания сразу после включения: при неисправности (замыкании на «массу») любого из выключателей звуковой сигнал при нажатии кнопки включения не зазвучит.

Техническая характеристика

Напряжение питания, В	10...15
Тип выключателей	Замыкающая кнопка, один из выводов которой соединен с «массой»
Количество выключателей	Не ограничено
Характер сигнала тревоги	Непрерывный, а затем прерывистый звуковой сигнал и синхронно с ним свет фар
Время срабатывания, с:	
при открывании двери водителя	7...8
при открывании остальных дверей	Немедленно
Время непрерывного звучания сигнала, с:	
при открывании двери водителя	13...15
при открывании остальных дверей	20...22

Время задержки на выход при включении	Не ограничено
Возможность ложных срабатываний после включения	Отсутствует
Ток, потребляемый в режиме охраны, мА:	
без светодиода	5
со светодиодом	10
Температура окружающего воздуха, °С	—45... +70

Принципиальная схема устройства представлена на рис. 1. Имеется шесть основных функциональных узлов: стабилизатор напряжения питания (VT2), задающий генератор (DD1.1, DD1.2), триггеры Тг1 (DD2.1, DD3.1), Тг2 (DD3.3, DD3.4), Тг3 (DD5.2, DD5.3) и счетчик импульсов (DD4).

В отключенном состоянии конденсаторы С1 и С6 (через VD2) присоединены к выводу «+» аккумулятора. Транзистор VT4, управляющий включением реле сигналов, отключен от его обмотки контактами К1.2. Если открыть любую дверь, отрицательные обкладки электролитических конденсаторов С1 и С6 оказываются подключенными к «массе» автомобиля и происходит заряд их до напряжения аккумулятора.

Включение и последующее отключение осуществляют путем подачи на обмотки дистанционного переключателя К1 напряжения различной полярности. Включение удобно производить сдвоенной кнопкой SB1, например типа КМД-2-1 (рис. 2). Кнопку можно установить в любом удобном месте салона, поскольку отключить ею автосторож невозможно.

При нажатии кнопки SB1 контакты 1К1 и 2К1 дистанционного переключателя К1 перебрасываются, в результате коллектор транзистора VT4 оказывается подключенным к обмотке реле сигналов, а на устройство подается питающее напряжение. Начинает работать задающий генератор, о чем свидетельствует мигающий в салоне светодиод VD1 (см. рис. 2). Триггеры Тг1, Тг2, Тг3 и счетчик импульсов DD4 при помощи цепочки C3R5 устанавливаются в исходное состояние. Большая постоянная времени этой цепочки необходима для гарантированной установки триггеров в исходное состояние и исключения возможности ложного срабатывания. Напряжение на конденсаторах С1 и С6 теперь определяется соотношением номиналов резисторов R3, R4 и R13, R15 соответственно, а также падением напряжения на диодах VD1 и VD6, поскольку входное сопротивление

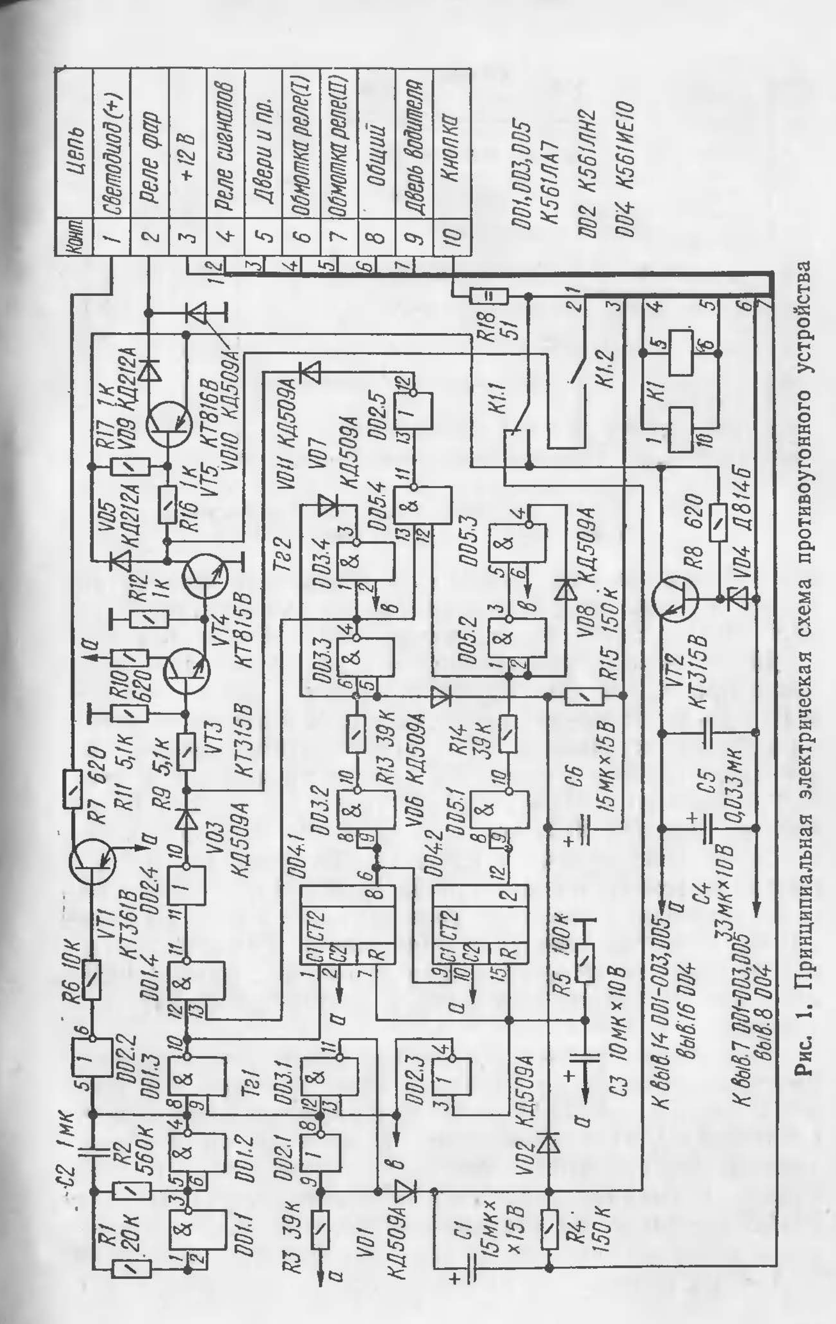


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема противоугонного устройства

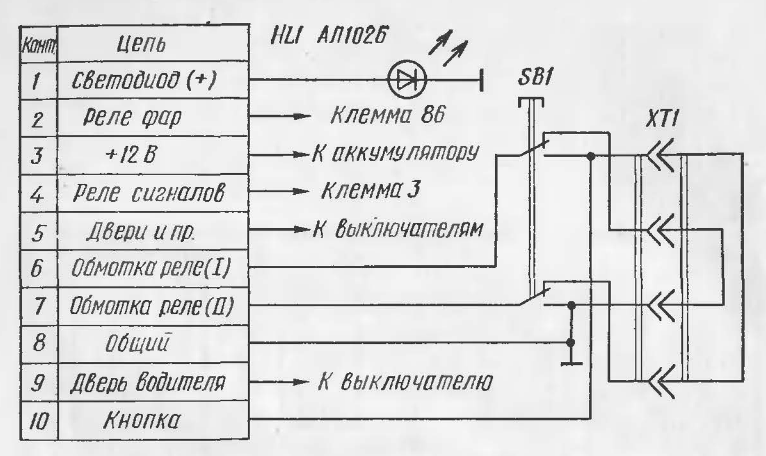


Рис. 2. Схема подключения внешних устройств. Номера клемм — для автомобилей ВАЗ

микросхемы велико. Номиналы резисторов подобраны таким образом, чтобы напряжения на входах микросхем при этом соответствовали напряжению логической 1.

После выхода из автомобиля и закрытия двери конденсаторы C1 и C6 разряжаются через резисторы R4 и R15 до напряжения логического 0 за вычетом падения напряжения на диодах VD1, VD6. С этого момента автосторож готов к работе. На выходе триггера Tr1 (вывод 8 элемента DD2.1) присутствует логический 0, на выходе триггера Tr3 (вывод 2 элемента DD5.2) — логическая 1. Сигнал с частотой 1 Гц тактового генератора проходит только на светодиод. Транзисторы VT4, VT5, подключенные к обмоткам реле сигналов и реле фар, закрыты. Обмотки этих реле обесточены. В таком дежурном режиме автосторож может находиться неограниченно долго. В салоне автомобиля постоянно мигает светодиод.

Рассмотрим работу устройства после открытия злоумышленником двери водителя. Вход триггера Tr1 (вывод 9 элемента DD2.1) через разряженный конденсатор C1 и диод VD1 подключается к «массе» автомобиля. Триггер Tr1 при этом переходит в единичное состояние. Сигнал с выхода задающего генератора через элемент DD1.3 поступает на счетчик импульсов DD4. С поступлением восьмого импульса, что эквивалентно выдержке 7...8 с, на выводе 6 счетчика появится логическая 1 и

триггер Tr2 также установится в единичное состояние. При этом на выводе 12 элемента DD2.5 будет присутствовать логическая 1, а на выводе 10 элемента DD2.4 появится сигнал тактовой частоты. Транзисторы VT3, VT4 и VT5 откроются. Фары и звуковой сигнал автомобиля будут работать в постоянном режиме. Такая ситуация сохраняется до прихода двадцать четвертого тактового импульса, т. е. до появления на выводе 12 счетчика логической 1, когда триггер Tr3 перейдет в нулевое состояние. На выводе 12 элемента DD2.5 появится логический 0, и на базу транзистора VT3 станет поступать тактовая частота. Звуковой сигнал и фары автомобиля перейдут на работу в прерывистом режиме. Таким образом, время работы в постоянном режиме составит 24—8=16 периодов тактовых импульсов, что соответствует интервалу времени примерно 13...15 с.

Если открыть любую другую дверь автомобиля, капот или крышку багажника, произойдет следующее: на входы триггеров Tr1 и Tr2 через разряженный конденсатор C6, диоды VD1, VD2 и VD6 поступит логический 0 («масса»), и триггеры перейдут в единичное состояние. Так как на выводе 12 элемента DD2.5 сразу же появится логическая 1, фары и звуковой сигнал заработают постоянно, а на вход счетчика DD4 будет поступать сигнал тактовой частоты. С приходом двадцать четвертого импульса триггер Tr3 перейдет в нулевое состояние, и на выводе 12 элемента DD2.5 появится логический 0. Звуковой сигнал и фары перейдут в прерывистый режим работы. Таким образом, время работы в постоянном режиме составляет 20...22 с.

Отключение автосторожа удобнее всего производить при помощи разъема с вставляемой ответной частью, например, как на рис. 2. Розетка XT1 устанавливается в салоне, а ответная часть (вилка) хранится у водителя. Разъем может быть любого типа с числом контактов не менее четырех, например пятиконтактный разъем, используемый в бытовой радиоаппаратуре.

Следует заметить, что во избежание короткого замыкания в разъеме «+» питания к нему следует подводить через ограничивающий резистор (на схеме — R18). Для отключения автосторожа достаточно на короткое время вставить вилку разъема в его розетку.

Если владельца автомобиля по какой-либо причине не устраивает длительность постоянного звучания

сигнала, ее можно скорректировать. Для этого счетчик DD4 следует включить так, как показано на рис. 3. При этом если выводы 8, 9 элемента DD5.1 соединить с выводом 11 счетчика DD4, звуковой сигнал будет работать постоянно 8 периодов частоты тактовых импульсов, т. е. 7...8 с. Если же выводы 8, 9 элемента DD5.1 соединить с выводом 12 счетчика, то время постоянного звучания составит 24 периода или 20...22 с. Данные значения соответствуют открытой двери водителя. При открывании остальных дверей время звучания увеличится на 8 периодов тактовой частоты и будет составлять соответственно 16 и 32 периода или 13...15 с и 28...30 с.

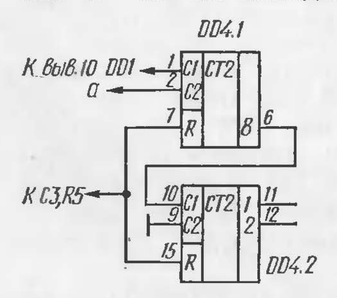


Рис. 3. Схема включения счетчика DD4

Коротко поясним назначение некоторых элементов устройства. Диоды VD1 и VD6 необходимы для предотвращения проникновения напряжения питающей сети автомобиля на входы микросхем DD2 и DD3.

Защитные диоды VD5 и VD10 подключены параллельно обмоткам реле сигналов и реле фар соответственно. Диод VD9 предотвращает проникновение напряжения питающей сети на коллектор транзистора VT5.

Диод VD2 исключает срабатывание триггера Тг2 при открывании двери водителя.

Как правило, собранное из исправных элементов устройство начинает работать сразу. Настройка сводится в основном к подбору номиналов резисторов R2 и R8. Номинал резистора R2 должен обеспечивать частоту задающего генератора чуть меньше или равной 1 Гц. Номинал резистора R8 должен быть таким, чтобы ток стабилизации стабилитрона составлял 5...6 мА (для исключения вероятности выхода стабилитрона из режима стабилизации). Напряжение питания при этом принимается равным 12 В.

Конструкция автосторожа. Устройство размещено на плате из двухстороннего фольгированного стеклотекстолита размером 94×66 мм. Монтажная схема представлена на рис. 4. На плате имеются переходные отверстия, обозначенные кружком. В них при монтаже необходимо впаять перемычки. Диаметр отверстий под резистор R18,

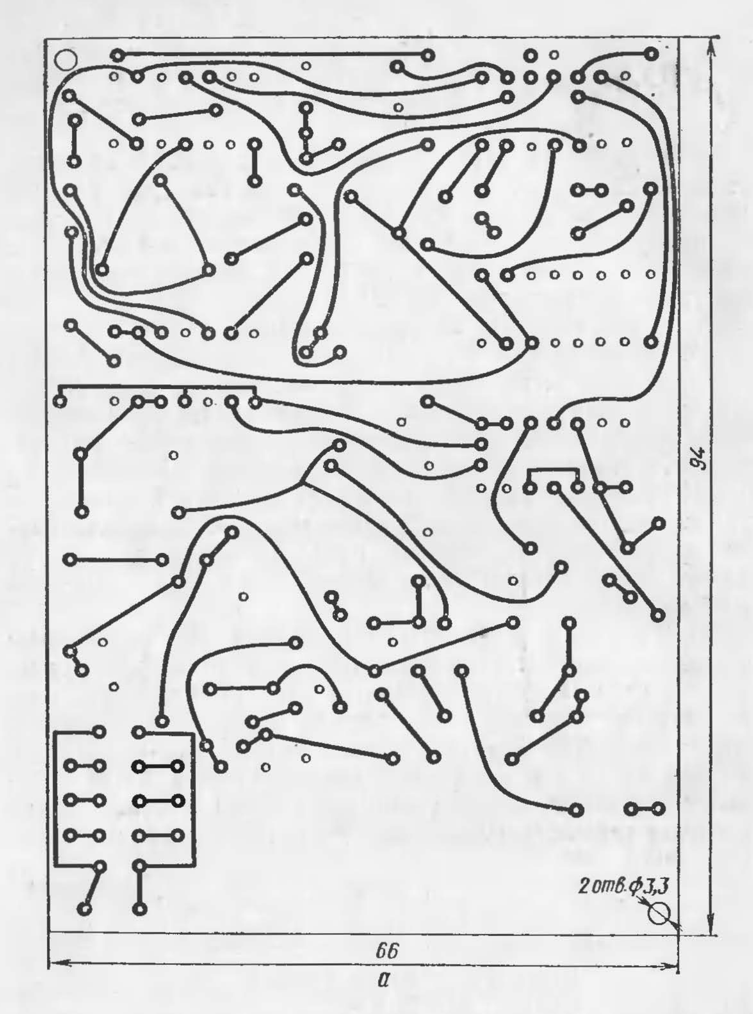
катод стабилитрона VD4, диоды VD5, VD9 — 1,5 мм. Диаметр отверстий под контакты 1, 10, 3, 8, 5, 6 реле РПС32Б — 1,8 мм. Диаметр остальных отверстий — 1 мм.

Для удобства эксплуатации желательно установить разъем. Для этих целей вполне подходит двухрядный 16-контактный разъем РЛМИ-2. Место для его установки предусмотрено на плате. Соединение элементов с разъемом и контактами реле РПС32Б производится монтажным проводом МГШВ сечением 0,14 мм². Для этого возле выводов соответствующих элементов просверлены отверстия. При использовании разъема РЛМИ сильноточные цепи («+» питания, общий, реле сигналов, реле фар) желательно запараллелить, т. е. использовать по два контакта разъема на одну цепь. Транзистор VT4 следует установить на радиатор площадью 2...3 см². Так как автосторож будет эксплуатироваться в условиях повышенной вибрации, монтаж деталей следует производить тщательно, надежно закрепляя их на плате. После сборки плата покрывается влагозащитным лаком.

О замене радиоэлементов. Все возможные варианты замены полупроводниковых приборов приведены в табл. 1. Автор применял электролитические конденсаторы типа К53-4. Не следует применять конденсаторы типа К50-6, обладающие низкой морозоустойчивостью (—10 °С). В качестве конденсатора С2 желательно использовать конденсатор типа К73П-3, обладающий высокой термостабильностью. Резисторы могут быть любых типов.

Таблица 1

Элемент	Возможная замена
VT1	КТ361, КТ208, КТ209, КТ502 (с любыми индексами)
VT2	КТ503 Г, Д; КТ815 В, Г
VT3	КТ315, КТ312, КТ503 (с любыми индексами)
VT4	КТ815Г; КТ817 В, Г
VT5	КТ816Г; КТ814В, Г; КТ830В, Г
Диоды (кроме VD5, VD9)	КД522А, КД522Б
VD5, VD9	КД208А, КД209А
Стабилитрон VD4	Д814А, Д818В, КС168А
Светодиод VD1	АЛ102А, АЛ307А, АЛ310А



Примечание составителя. Задержка времени срабатывания двери водителя достаточна для того, чтобы затем открыть капот автомобиля и, несмотря на срабатываемый при этом звуковой сигнал, быстро отключить его или снять клемму с аккумулятора. После этого автомобиль беззащитен перед злоумышленником и может быть разукомплектован по меньшей мере. Кроме того, использование автосторожа со штатной звуковой сигнализацией исключает применение отключателя «массы».

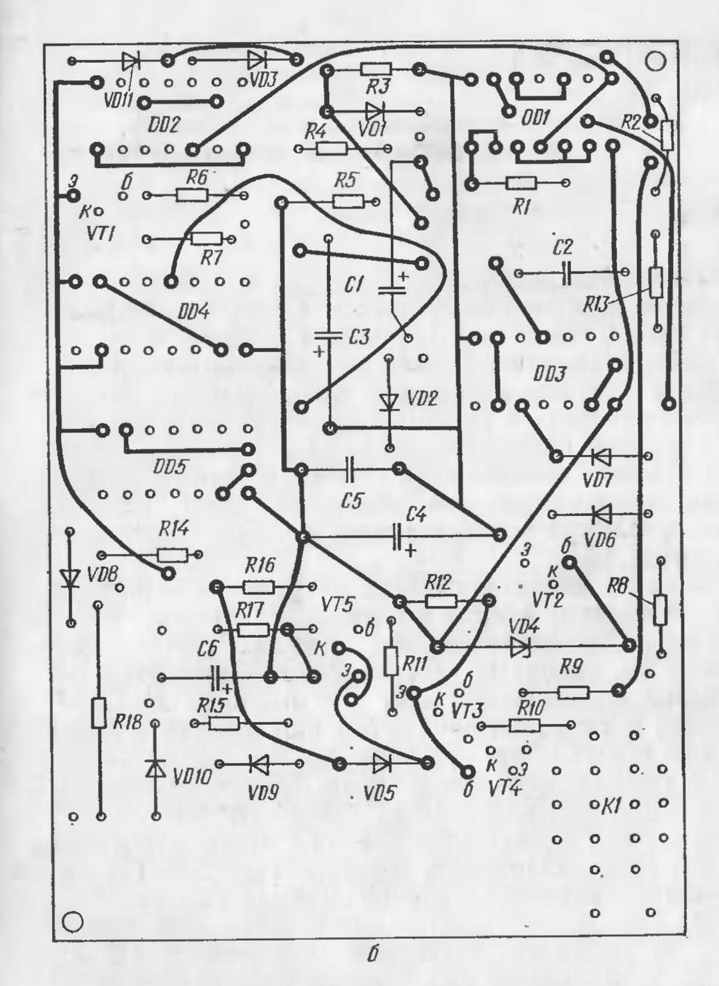


Рис. 4. Монтажная схема платы противоугонного устройства:
а — вид со стороны печатных проводников; б — вид со стороны установки деталей

Радиолюбителям предлагается продумать способ защиты автомобиля в такой ситуации и сообщить о своих разработках. Наиболее интересные конструктивные решения будут опубликованы в сборнике ВРЛ.

РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

В. Сычев

Для монтажа электронного прибора необходим фольгированный материал, из которого изготавливаются печатные платы. Но по тем или иным причинам он не всегда бывает в наличии. Можно воспользоваться простой установкой, с помощью которой изготавливают фольгированный материал и печатные платы. Установка состоит из ванночки (алюминиевой, эмалированной), в которую наливается насыщенный раствор медного купороса. В растворе находятся два электрода: анод, подключаемый к «плюсу» источника тока, и катод, подключаемый к «минусу».

В качестве анода применена латунная пластина, но можно применить анод из отдельных прутков. Такой анод состоит из девяти-десяти латунных прутков диаметром 5 мм, спаянных посередине стальной, латунной или медной полоской шириной 3...4 мм. К полоске припаиваются три стальных винта М3, при помощи которых анод закрепляется на пластине из оргстекла. Винты, места нанесения припоя и полоска покрываются клеем БФ-2, а после высыхания клея — лаком НЦ-228. Покрытие клеем БФ-2 применяется для того, чтобы лак лучше держался на металлических поверхностях. Длина и ширина анода должны быть равны размерам катода.

Катод состоит из прямоугольного основания, выполненного из листового алюминия толщиной 1...1,5 мм (рис. 1). К основанию при помощи восьми винтов М3 крепится рамка из оргстекла. К алюминиевой пластине крепится контактный лепесток с припаянным к нему проводом. Снизу алюминиевая пластина, гайки и винты покрываются сначала клеем БФ-2, а затем лаком НЦ-228, т. е. делается надежная электроизоляция этих металлических поверхностей.

Для получения медной фольги следует сделать несколько простых подготовительных операций. Вначале готовится графитовая суспензия. Графитовые стержни от батареек или стержни от простых карандашей истираются напильником в порошок. Затем в порошок добавляется ацетон или растворитель марки «646», «647» и смесь тщательно размешивается. Суспензия затем равномерно разливается по алюминиевой пластине катода с помощью воронки с узким горлышком.

После высыхания суспензии катод при помощи пластилина закрепляется на дне ванночки. В ванночку насыпается порошок медного купороса в небольшом количестве. Это делается для того, чтобы раствор постоянно обогащался по мере выпадения металлической меди в осадок. Затем на ванночку устанавливается планка с анодом и в ванночку медленно наливается раствор медного купороса. На анод и катод подается напряжение, в результате которого возникает электролизный ток, вызывающий на поверхности графитового слоя отложение осадка красной меди, т. е. образование медной фольги. Периодически анод надо доставать из раствора и протирать влажным куском поролона. Протирать анод ватой или куском ткани нежелательно по той причине, что может происходить текстильное загрязнение анода. Для контроля тока в установку можно включать амперметр.

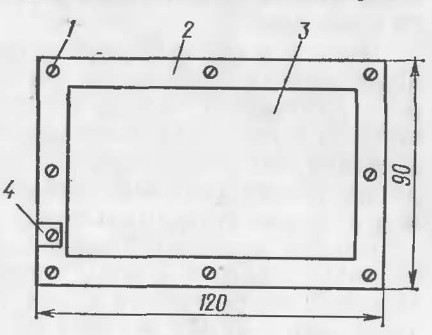


Рис. 1. Катод:
1 — винты с гайками М3; 2 — рамка; 3 — пластины из алюминия; 4 — винт М3 для крепления контактного лепестка

Опыт показывает, что наиболее приемлемое значение силы электролизного тока 0,8...1,2 А. Продолжительность электролиза 1...1,5 ч. При меньшей силе тока продолжительность электролиза увеличивается. В качестве источника тока можно применять промышленные выпрямители на 12...15 В, рассчитанные на ток не менее 1,0 А. Можно применить самодельный выпрямитель, собранный с выходным кадровым трансформатором ТВК-70. Выходное напряжение такого выпрямителя составляет 15 В. При этом необходим регулятор тока.

По окончании электролиза катод промывается в проточной воде. После промывки медный слой осушивается

промокательной бумагой, затем просушивается примерно 1 ч. Просохшую медную фольгу надрезают вдоль каждой стороны и, слегка поддевая, осторожно снимают с катода. Снятую фольгу очищают от порошка, промывают в растворителе, разравнивают на гладкой поверхности и зачищают микронной наждачной бумагой. После этого можно приступить к изготовлению фольгированного материала.

Фольгу и применяемую основу (гетинакс, текстолит, прессованный картон) протирают растворителем и два раза намазывают клеем БФ-2. Затем фольгу накладывают на основу и склеиваемые материалы выдерживают в тисках или струбцине 4...5 ч. Полученный таким образом фольгированный материал можно применять для изготовления печатных плат.

Сделав из тонкой бумаги трафарет, соответствующий рисунку печатной платы, приклеивают его к фольге обычным канцелярским клеем. На все вырезанные места трафарета наносят лак НЦ-228: впоследствии эти места будут токоведущими дорожками. Когда лак высохнет, фольгированный материал с наклеенным трафаретом опускают на 5...10 мин в теплую воду, после чего трафарет легко отделяется от него. Промыв фольгу от остатков клея, к участку фольги, свободному от лака, надо припаять провод и место пайки закрыть лаком. После этого можно приступить к процессу травления.

Травление печатной платы можно производить в насыщенном растворе поваренной соли. Для этого надо алюминиевую ванночку, в которой находится раствор поваренной соли, соединить с «минусом» источника тока, а плату соединить с «плюсом» источника. Погруженная в раствор плата будет активно протравливаться. Можно печатную плату протравливать в том же самом растворе медного купороса. Плата, погруженная в раствор, соединяется с «плюсом» источника тока, т. е. становится анодом. Анод, установленный на ванночку, соединяется с «минусом», т. е. становится катодом. Возникший электролизный ток после подачи напряжения вызывает у поверхности печатной платы образование серной кислоты, которая и будет протравливать печатную плату. Травление производится при начальном токе 0,8...1,0 А и протекает равномерно, но несколько более медленно, чем травление в растворе поваренной соли. Процесс травления можно считать практически законченным, когда электролизный ток уменьшится до значения 0,05 А. Протравленную плату промывают и осушивают промокательной бумагой. Затем все протравленные участки расчищают тампонами ваты, смоченными в растворителе, и острым скребочком. Расчищенную плату протирают растворителем до полного снятия лака с токоведущих дорожек. После этого, засверлив отверстия, можно произвести монтаж схемы и покрыть плату тонким слоем разбавленного лака.

От длительного применения раствора медного купороса в нем могут накопиться примеси, нарушающие нормальное течение электролиза, что выражается в резком уменьшении тока, который стабильно не восстанавливается после очищения анода. Такой раствор следует заменить.

Периодически места на аноде, покрытые лаком, надо покрывать слоем свежего лака, поскольку в процессе электролиза лак подвергается разрушению. Анод, подвергаясь разрушению, постепенно истощается, но этот процесс происходит медленно и анод может долго работать в установке. Материалом для изготовления анода, кроме латуни, могут быть медь и свинец.

В заключение можно предложить еще один метод изготовления печатных плат. Если печатная плата имеет несложный рисунок, то ее можно изготовить упрощенным методом, суть которого заключается в следующем. По внутренним размерам катодной рамки делается трафарет из картона с рисунком печатной платы, который затем покрывают лаком НЦ-228. Далее трафарет накладывают на основу и чертилкой или карандашом вычерчивают на ней контурный рисунок печатной платы. После этого трафарет надо вложить внутрь катода и, сделав по бокам окантовку из пластилина, в вырезанные места залить графитовую суспензию, после высыхания которой произвести электролиз. В результате электролиза металлическая медь осаждается только в вырезанных местах трафарета, сразу образуя токоведущие дорожки. После окончания электролиза их снимают с трафарета, промывают, зачищают и приклеивают к соответствующим местам на основе, после чего производят монтаж платы.

ВОЗВРАЩАЯСЬ К НАПЕЧАТАННОМУ

ПРИСТАВКИ К ЭЛЕКТРОМУЗЫКАЛЬНЫМ ИНСТРУМЕНТАМ

С. Годин, А. Казаков

В связи с интересом, проявленным радиолюбителями к электромузыкальным приставкам, описание которых было помещено в сборнике «ВРЛ»-89, авторами подготовлены дополнительные рекомендации, отвечающие на письма читателей. В статье сохранены обозначения, использовавшиеся в сборнике «ВРЛ»-89.

Возможная замена деталей. Большинство вопросов читателей относилось к возможности замены примененных авторами аналоговых перемножителей типа 525ПС1. На рис. 1 изображена принципиальная схема приставки «Скваер», где перемножитель 525ПС1 заменен на 525ПС2 (DA2). Схема выгодно отличается от ранее опубликованной меньшим количеством деталей и лучшей температурной стабильностью. Настройку схемы надо производить следующим образом:

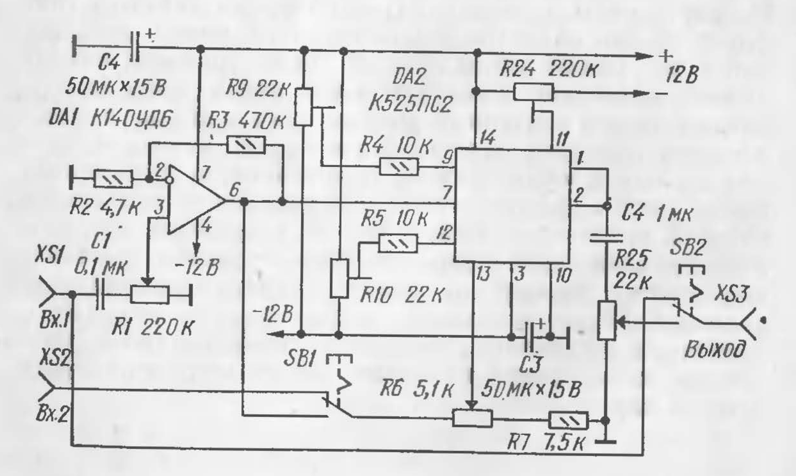


Рис. 1. Принципиальная схема приставки «Скваер» (1-й вариант)

1. Заземляют входы Вх. 1 и Вх. 2 приставки. Затем подстройкой потенциометра R24 устанавливают на выходе перемножителя (выводы 1, 2) напряжение, близкое к нулю (контроль осуществляется высокочувствительным осциллографом или вольтметром постоянного тока).

2. Настройка Х-входа. Оставляют заземленным Вх1, и на вход Вх2 (вывод 13) подают синусоидальный сигнал с амплитудой 5 В. К выходу перемножителя подключают осциллограф, затем подстройкой потенциометра R10 добиваются получения минимального размаха выходного сигнала на экране осциллографа.

3. Настройка Y-входа. Сначала надо заземлить вход Вх2, допустимо установить движок потенциометра R6 в крайнее правое положение. На вход Вх1 подают синусоидальный сигнал частотой 1000 Гц и амплитудой 59 мВ. Потенциометром R9 добиваются минимального размаха сигнала на выходе перемножителя.

4. Проверка работы перемножителя в режиме квадратора. Переключатель SB1 устанавливают в положение, соответствующее режиму удвоения частоты входного сигнала, т. е. соединяют выход DA1 с R6. На вход Вх1 приставки подают синусоидальный сигнал частотой 1000 Гц и амплитудой 50 мВ. Движок потенциометра R1 при этом должен находиться в крайнем левом положении. Регулируя потенциометр R6, добиваются получения на выходе перемножителя синусоидального напряжения удвоенной частоты с амплитудой 1,25 В. При этом на выходе также будет присутствовать постоянная составляющая 1,25 В, которая отфильтровывается разделительным конденсатором С4. Возможно, что сигнал на выходе перемножителя не будет соответствовать описанному выше, в этом случае необходимо повторить действия по пунктам 2 и 3. Работоспособность приставки при правильно отбалансированном перемножителе сохраняется при питании от двуполярного источника с напряжением (9...15) В.

На рис. 2 приведена схема приставки, использующей в качестве аналогового перемножителя балансный модулятор типа 140МА1. Для получения необходимого динамического диапазона и увеличения точности перемножения в схему введен дифференциальный логарифмирующий каскад на транзисторных сборках DA5—DA7

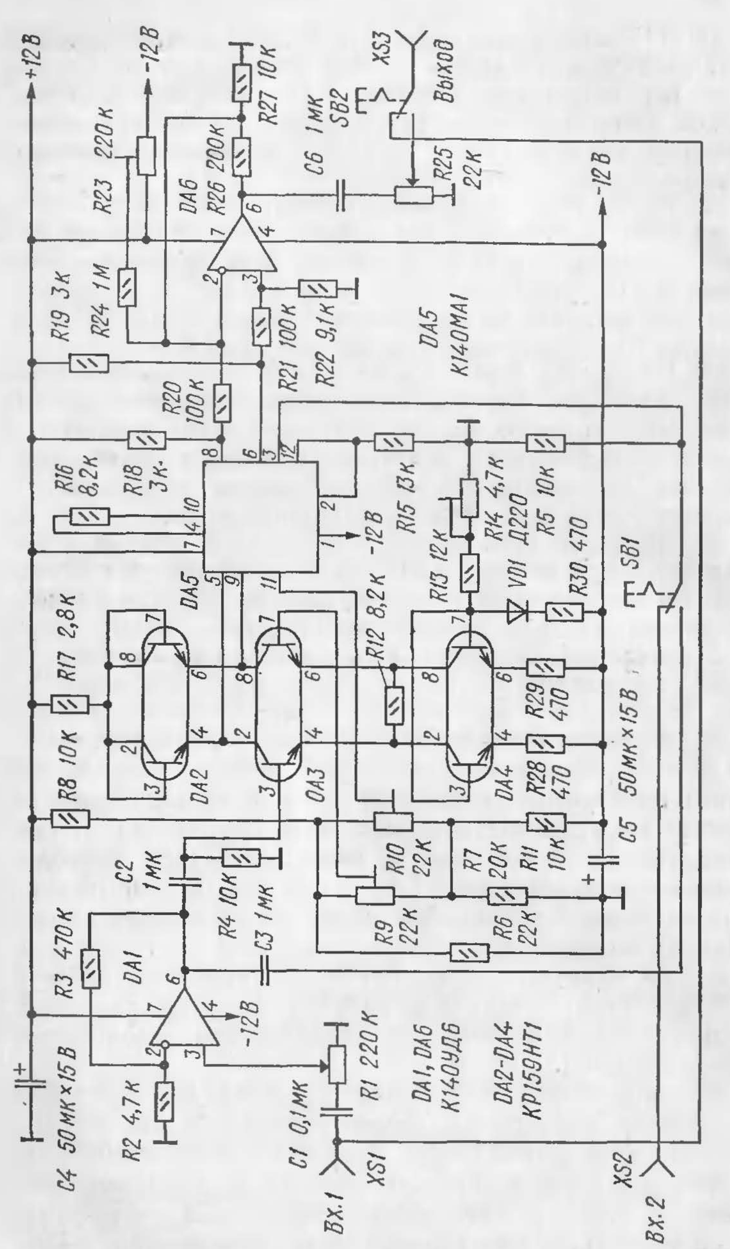


Рис. 2. Принципиальная схема приставки «Скваер» (2-й вариант)

КР159НТ1. Настройку приставки лучше всего производить следующим образом:

1. Все подстроечные резисторы, за исключением R1, ставят в среднее положение. Движок R1 должен находиться в крайнем левом положении, соответствующем максимальному усилению. Входы Вх1 и Вх2 заземляют,

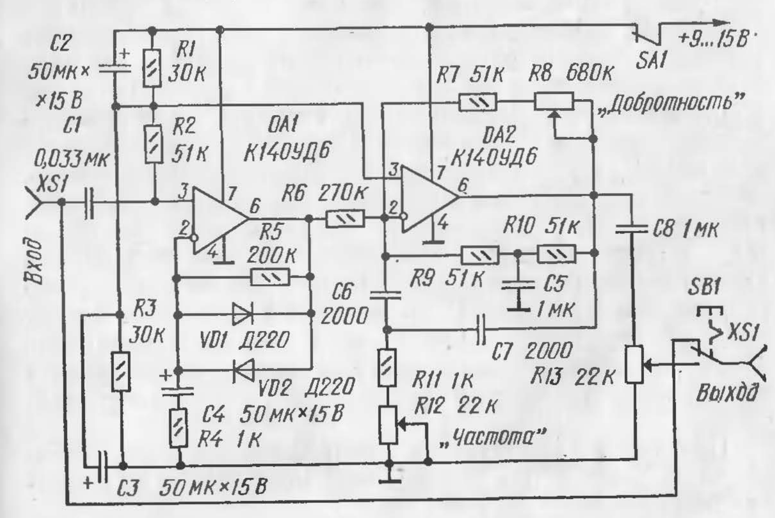


Рис. 3. Принципиальная схема приставки для электрогитары

подстройкой потенциометра R23 устанавливают на выходе А5 напряжение, близкое к нулю.

2. Настройка Y-входа. На вход Вх1 подают синусоидальный сигнал частотой 1000 Гц и амплитудой 30 мВ. Подстройкой R9 добиваются минимального размаха сигнала на выходе DA3.

3. Настройка X-входа. На вход Вх2 подают сигнал с частотой 1000 Гц и амплитудой 3 В. Заземляют вход Вх1, подстройкой R10 добиваются минимума сигнала на выходе DA3.

Обычно сразу сбалансировать перемножитель не удается, поэтому всю процедуру иногда требуется повторить. Оставшуюся разбалансировку устраняют регулировкой R14.

Затем переключатель SB1 устанавливают в верхнее по схеме положение, соответствующее режиму удвоения входного сигнала. На вход Вх1 подают синусоидальный

сигнал номинального уровня, при этом на выходе DA3 должен наблюдаться сигнал удвоенной частоты на фоне постоянной составляющей, которая отфильтровывается фильтром верхних частот С6, R25. При наличии данного сигнала настройку можно считать законченной.

Работу всех описанных в статье приставок, особенно приставки, изображенной на рис. 1, с. 14 сборника «ВРЛ»-89, можно улучшить, вводя в схему резонансный усилитель с регулируемой частотой резонанса и изменяемой добротностью. На рис. 3 приведен улучшенный вариант приставки, выгодно отличающийся наличием органных тембров. Наличие регулируемого резонансного усилителя дает возможность исполнителю подчеркивать необходимые обертоны музыкального сигнала. Резонансный усилитель выполнен на операционном усилителе DA2, в цепь отрицательной обратной связи которого включен модифицированный Т-мост. Переменные резисторы R8 и R11 типа СП-3 или СП-4 выведены на лицевую панель устройства. С их помощью исполнитель имеет возможность по своему желанию регулировать добротность и частоту настройки резонансного усилителя.

Приставка некритична к точностному разбросу номиналов деталей и при правильном монтаже не нуждается в настройке.

ЕЩЕ РАЗ О МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОМ АВТОМАТЕ СВЕТОВЫХ ЭФФЕКТОВ

В. Сибиряков

Учитывая большой интерес, проявленный читателями к статье авторов. А. Золотарева, В. Мельника, Ю. Позднякова, опубликованной в «ВРЛ»-95, ниже приводятся два дополнения к этой статье. Первое — о расширении возможностей автомата, второе — о том, каким образом обеспечить работоспособность устройства при отсутствии дефицитных деталей, в частности микросхемы ППЗУ серии К155РЕЗ.

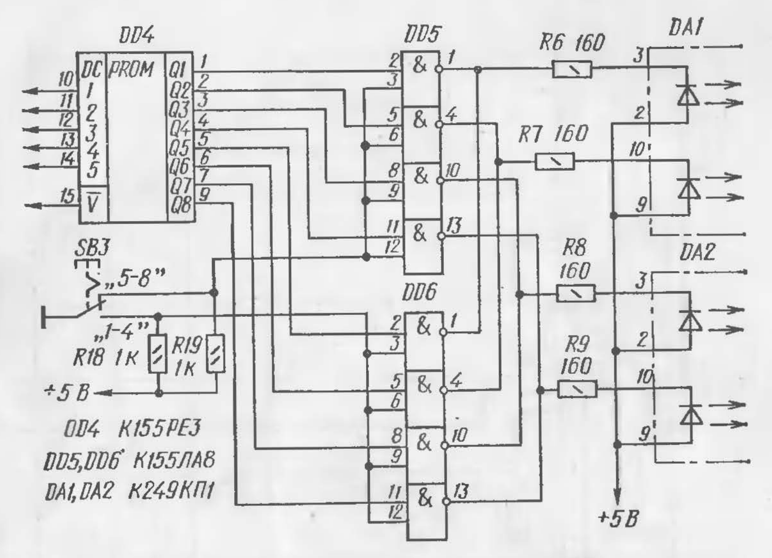


Рис. 1. Схема включения микросхемы памяти

В описанном устройстве применена микросхема ППЗУ К155РЕЗ, к четырем выходам которой из восьми имеющихся подключены через оптроны и тринисторы четыре группы ламп накаливания. При этом используется только половина объема памяти микросхемы.

Простым путем можно достичь полного использования памяти микросхемы К155РЕЗ с четырьмя группами ламп накаливания, получив в два раза больше световых композиций. С этой целью следует применить еще две микросхемы К155ЛА8 и переключатель SB3, а также изменить подключение излучателей в оптронных парах, как показано на рис. 1. Порядковая нумерация деталей соответствует схеме рис. 1 упомянутой статьи.

Ю. Поздняков, А. Воевода

В предлагаемом узле памяти применены широко распространенные микросхемы серии К155 и полупроводниковые диоды общего применения (рис. 1). Использование такого узла автоматически исключает необходимость программирования микросхемы К155РЕЗ, что, как показывают письма читателей, представляет собой серьезные трудности ввиду сложности и труднодоступности про-

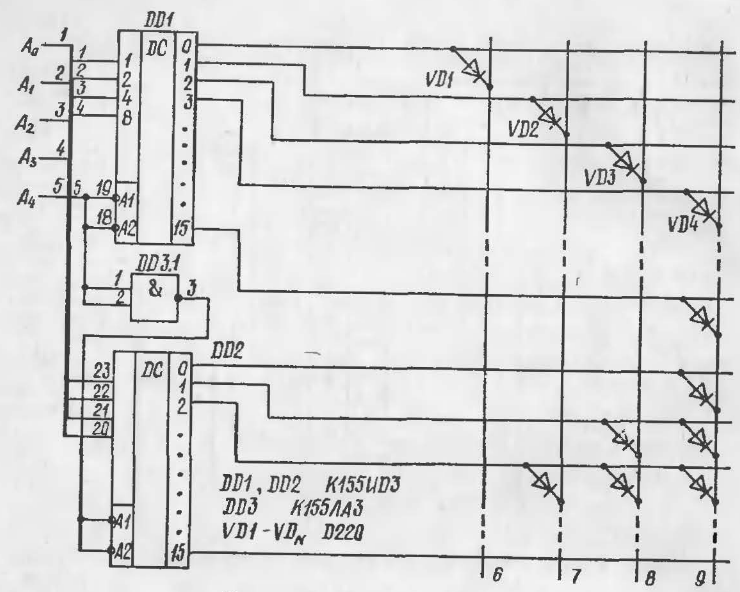


Рис. 1. Схема узла памяти

грамматоров и больших затрат времени на программирование. Еще одним преимуществом предлагаемого узла памяти является возможность произвольного изменения программы работы устройства без замены микросхемы памяти в ходе эксплуатации автомата световых эффектов. К недостаткам используемого узла памяти следует отнести неизбежное увеличение количества элементов и, соответственно, габаритных размеров всего устройства в целом.

Узел памяти представляет собой, по существу, дешифратор, собранный на микросхемах DD1 и DD2. Аналогично заменяемой этим узлом микросхеме К155РЕЗ, узел памяти имеет пятизарядный адресный вход (A_0, A_1, A_2, A_3, A_4). Этим адресам соответствуют 32 выхода двух шестнадцатиразрядных микросхем К155ИДЗ. Запоминающее устройство узла памяти представляет собой простейшую диодную матрицу — систему взаимно перпендикулярных токоведущих шин, в пересечениях которых установлены полупроводниковые диоды. Наличие диода в пересечении шин соответствует записи в соответствующий разряд запоминающего устройства логической 1;

отсутствие диода эквивалентно записи в этот разряд логического 0. Шины 1, 2, 3, 4, 5 на рис. 1 соответствуют выводам микросхемы К155РЕЗ 10, 12, 13, 14. Шины 6, 7, 8, 9 на рис. 1 соответствуют выводам 1, 2, 3, 4 микросхемы К155РЕЗ. Запись программы, таким образом, осуществляется посредством установки в запоминающее устройство диодов в места пересечения соответствующих шин в соответствии с приведенной в статье картой программирования (рис. 4, стр. 61).

В процессе работы дешифратором определяется соответствующий номер выходной шины запоминающего устройства, и через диоды считывается записанная ранее информация. Устройство смонтировано на печатной плате, при этом токоведущие шины 6...9 конструктивно выполнены в виде проводников, удаленных от платы на 15...20 мм. Это облегчает перезапись информации в узел памяти посредством перепайки диодов в соответствии с новой программой, что дает возможность оперативно изменять перечень реализуемых автоматов световых эффектов. В узле памяти использованы полупроводниковые диоды типа Д220 с любым буквенным индексом. Вместо микросхемы К155ЛАЗ можно использовать логический элемент НЕ, например микросхему К155ЛН1. Наращивая число выходных шин 6...9 узла памяти, можно увеличить число независимых каналов автомата световых эффектов и, соответственно, число подключенных к нему источников света. При необходимости функционирования автомата в режиме 3 (постоянное свечение всех источников света) на выходе узла памяти могут быть установлены логические элементы 2И — НЕ, вторые входы которых стробируются через инвертор.

Читателем А. Ткаченко предложен другой вариант программирования автомата световых эффектов, что дает возможность изменить временные последовательности при реализации каждого из предусмотренных программой световых эффектов и, тем самым, расширить функциональные возможности устройства. При этом адреса A_0, A_1, A_2, A_3, A_4 в карте программирования постоянного запоминающего устройства указываются в дополнительном коде, что эквивалентно записи логических 1 в те разряды кода адреса, в которых ранее были указаны нули, и записи нулей в разряды, в которых ранее были указаны единицы. Аналогичный эффект может быть достигнут переключением выходов микросхем DD2 и DD3 (по

схеме, приведенной на рис. 1 статьи, стр. 55). При этом выходы разрядов 1, 2 микросхемы DD2 и выходы разрядов 2, 4, 8 микросхемы DD3 подключаются, соответственно, к адресным входам A_4, A_3, A_2, A_1, A_0 ППЗУ DD4. Аналогичные изменения вводятся при реализации автомата на микросхемах серии К155ИЕ7 (см. рис. 3 статьи, стр. 59).

Возможность введения в устройство указанных выше изменений и расширение за счет этого перечня реализуемых автоматом эффектов объясняется тем, что в схеме автомата использованы реверсивные двоично-десятичные счетчики, которые могут работать как в режиме сложения, так и в режиме вычитания. Кроме того, каждый из счетчиков может работать как двоичный, а также как двоично-десятичный. Эффект, получаемый от реализации описанных выше изменений в карте программирования или от переключения выходов микросхем, совершенно равнозначен реверсированию счетчиков. Переключение их из режима сложения в режим вычитания обеспечит аналогичное расширение функциональных возможностей автомата за счет реализации световых эффектов, не предусмотренных картой программирования. Отметим, что по желанию пользователя набор программ, по которым функционирует автомат световых эффектов, может быть расширен за счет изменения режимов работы счетчиков. Для этого в схему устройства должны быть введены переключатели «Сложение — вычитание» и «Двоичный — Двоично-десятичный». Центральные контакты этих переключателей следует соединить, соответственно, с объединенными входами управления обоих счетчиков — «±1» и «2/10» (входы 9, 10 микросхем серии К564ИЕ11). Крайние выводы переключателей в таком случае должны быть соединены, соответственно, с плюсовой шиной источника питания и общим проводом. Таким образом, в зависимости от положений переключателей, на каждую пару объединенных одноименных управляющих входов обоих счетчиков могут быть поданы либо нулевой, либо — положительный потенциал, соответствующий уровню логической 1. В соответствии с этим изменится и программа, по которой работает автомат световых эффектов. Введение изменений в программу указанным выше образом, несомненно, значительно проще по сравнению с переключением выходов счетчиков или изменением кодов адреса.

СОДЕРЖАНИЕ

Для народного хозяйства
Н. Дорундяк. Цифровой термометр с автоматическим контролем температуры 3

Телевидение
О. Пристайко, Ю. Поздняков. Узкополосный антенный усилитель с перестраиваемой амплитудно-частотной характеристикой 24

Звуковоспроизведение
Ю. Нечаев. Симметричный усилитель низкой частоты с токовым управлением 32
Ю. Бурштейн, Ю. Колесников, А. Бронштейн. Восьмиполосный стереофонический эквалайзер 40

Автолюбителям
П. Гацанюк. Усовершенствованная электронная система зажигания 52
А. Дорошенко. Электронное управление бензиновым отопителем 62
М. Данилов. Электронный автосторож 72

Радиолюбительская технология
В. Сычев. Изготовление печатных плат 82

Возвращаясь к напечатанному
С. Годин, А. Казаков. Приставки к электромузыкальным инструментам 86
Еще раз о многофункциональном автомате световых эффектов 90
В. Сибиряков. 90
Ю. Поздняков, А. Воевода 91